ISAAC ASIMOV



LA RECETA DEL TIRANOSAURO

VOLUMEN II

EL ESPACIO



EDAMEX

Isaac Asimov
La Receta del Tiranosauro
Volumen 2
El Espacio

Título de la obra en inglés: THE TYRANNOSAURUS PRESCRIPTION, publicada en Nueva York, Estados Unidos, por Prometheus Books, 700 East Amherst Street, Buffalo, New York, E.U.A.

Traducción: Aurora Merino, del Departamento de Lenguas Extranjeras de EDAMEX
EDAMEX: Los libros hacen libres a los hombres

Segunda edición: agosto de 1992.

Impreso y hecho en México.

Trabajo Digital: artulópez *junio del 2003

Este es el segundo volumen de La Receta del Tiranosauro, última obra del genial escritor científico Isaac Asimov, en la que reúne 23 trabajos sobre el tema apasionante del espacio estelar, del Universo cambiante, de los viajes interestelares y la exploración del infinito. Cada capítulo es un todo en sí mismo, aunque relacionado con el resto del material incluido para dar una visión panorámica completa de tan inquietante asunto.

A mi querida esposa Janet, que hace de cada día un día feliz.
Isaac Asimov

Indice

Isaac Asimov

Introducción

Los primeros nueve ensayos de este volumen tratan, más o menos, con el futuro, pero el futuro se involucra directamente con el espacio. Casi todas estas piezas fueron escritas después del desastre del Challenger, enero de 1986, cuando las esperanzas que mucha gente tenía en el espacio pasaron durante un triste período de pesimismo. Sin embargo, yo permanecí con un resuelto optimismo, y el extraordinario éxito del viaje del Discovery animó nuestros espíritus; siento que estoy en la vía correcta.

Sin embargo, el optimismo también puede perder su objetivo. Mi ensayo "Todos a bordo para Pobos", que trató de las dos sondas soviéticas hacia los satélites de Marte, fue reducido a la mitad (para decirlo de alguna manera) al poco tiempo de haberse publicado, cuando una de las sondas dejó de funcionar, y después por completo cuando a la otra también le sucedió lo mismo.

"¿Otra vida inteligente?" (Uno de los dos ensayos moderadamente largos de este libro) también podría ser demasiado optimista. Desde que fue publicado he sentido que entre los astrónomos ha habido cierta disminución del entusiasmo respecto a la posibilidad de civilizaciones extraterrestres. Sin embargo, me aferró a la esperanza de que las hay, y por lo tanto incluyo dicho ensayo en este libro, quizá como un pequeño gesto de desafío.

El ensayo de esta sección del que estoy más orgulloso es "El teléfono en el espacio". Cuando se me pidió que escribiera sobre el tema, respondí: "¿Un teléfono en el espacio? Nunca había oído nada así, y nunca había pensado en ello". No obstante, la gente de teléfonos que quería el artículo era terca e insistente, por lo que me senté a pensar en ello y el resultado fue el ensayo que incluyo aquí. Me halagó lo que mi imaginación produjo después del vapuleo apropiado.

Por lo tanto, aquí incluyo la docena del fraile (es decir, trece) de ensayos recientes que he escrito sobre astronomía, física, química y biología para beneficio de usted y, espero, también para su distracción.

Durante casi cuarenta años he estado escribiendo ensayos científicos. Comencé así:

En 1953 ya había decidido que no tenía verdaderas aptitudes para la investigación científica, pero necesitaba disertaciones científicas si quería conservarme en la escuela de medicina donde estaba dando clases.

Así, tuve una brillante idea. Podría escribir ensayos científicos para el Journal of Chemical Education. Contarían como disertaciones, no involucrarían investigación, y me daría gusto hacerlos. Hice media docena.

Después en 1955 tuve otra idea todavía más brillante. Podría escribir precisamente el mismo tipo de ensayos, pero de una manera más informal y un estilo más agradable, para revistas de ciencia-ficción, y que me pagaran por ellos. Después de todo, tenía esposa e hijo, más otro bebé que venía en camino y yo podría darle uso al dinero.

Así, comencé a escribir ensayos científicos profesionalmente, y funcionó bien. Mi reputación aumentó y las revistas que no eran de ciencia-ficción (y que pagaban mejor que las que sí eran) comenzaron a pedirme que escribiera ensayos para ellas, y acepté.

1
El Atractivo de la Exploración

Las primeras criaturas casi humanas vivieron en el sur de África hace unos cuatro millones de años. Poco a poco dichas criaturas y sus descendientes se extendieron sobre la faz de la Tierra. Al principio lo hicieron lentamente y, después, cada vez con mayor rapidez hasta que ahora todos los continentes (hasta la Antártida), todas las islas (hasta las más lejanas), han sido marcadas por pies humanos.

La tierra seca no es la única que han recorrido los seres humanos. Se han zambullido bajo la superficie del océano, a los abismos más profundos. Se han remontado por los aires y más allá. Doce seres humanos han caminado sobre la Luna.

¿Cuál es este atractivo de la exploración? ¿Qué conduce a los seres humanos más y más hacia lo desconocido?

Al principio no había nada misterioso: la gente buscaba alimento y agua. Sequías o aumentos de población dificultaban que se pudiera encontrar y reunir suficiente comida y bebida, así que tenían que aventurarse en búsqueda de lo que necesitaban.

O pudo haber sido el miedo. Eran probables las invasiones de animales de rapiña o, todavía peor, podrían llegar otros seres humanos en busca de comida y agua. Los ya presentes eran empujados y tenían que encontrar nuevos hogares.

Pero, cualquier cosa que fuera, también debió haber sido el estímulo de nuevas tierras, la belleza de nuevos paisajes, la delicia de encontrar un nuevo paraje que pudiera convertirse en un nuevo hogar.

Así, poco a poco, los cazadores siberianos de mamut siguieron las manadas migratorias que cruzaron el Estrecho de Bering (que entonces era tierra seca) y entraron al continente americano hace unos 25,000 años, después penetraron cada vez más al sur hasta que hubo seres humanos en la Tierra del Fuego, la isla frente al extremo sur de Sudamérica. Del otro lado del mundo los seres humanos siguieron su camino de isla en isla hacia el enorme archipiélago indonesio hasta que llegaron a Australia y, más allá, a las lejanas islas de Tasmania. Todavía después, seres humanos en naves primitivas se atrevieron a buscar por las solitarias y vacías enormidades del Pacífico, el océano más grande de la Tierra, y poblaron la gran isla de Nueva Zelanda y todas las islillas distribuidas en toda su extensión.

Casi no sabemos nada respecto a dichas epopeyas exploratorias, a excepción de que tuvieron éxito. No sabemos que individuos tan osados dirigieron los equipos de exploración, a qué peligros se enfrentaron, qué dificultades superaron, cuántas muertes sufrieron; pero, por supuesto, debió haber habido peligros, dificultades y muertes.

Hasta la historia más reciente de Europa y el Medio Oriente, que conocemos mucho mejor, sabemos poco de las primeras exploraciones. Fueron los fenicios, que vivieron en la costa de lo que ahora es El Líbano, los primeros exploradores marinos de los tiempos históricos, aproximadamente en los años 1000 a.c. Los marineros aprendieron a navegar guiados por las estrellas y, así, podían alejarse de la vista de la tierra (un ejemplo inicial de la forma en que el desarrollo del conocimiento aumentó la seguridad). Sus naves recorrieron todo lo largo del Mediterráneo y llegaron al Océano Atlántico. En la búsqueda de nuevas fuentes de materiales necesarios, los fenicios localizaron las Islas del Estaño (frente a las costas de lo que ahora es Inglaterra), material esencial para la fundición del bronce. Hasta existen narraciones de que en el siglo VI a.c. una expedición fenicia rodeó toda el África en un viaje que duró tres años.

Casi dos mil años después los vikingos de Escandinavia, del año 800 d.c. en adelante, salieron a borbotones desde su cruel península barrida por los inviernos, incursionando en las costas de Europa y estableciéndose en las islas británicas, norte de Francia, sur de Italia, y a lo largo de las rutas ribereñas de Rusia. También descubrieron nuevas tierras: Islandia, Groenlandia, y hasta las costas del norte de América.

Sin embargo, la Era Dorada de la Exploración comenzó en el siglo quince, con el liderazgo de Portugal que entonces era una nación pequeña. Las embarcaciones europeas —que aprovechaban por completo la brújula— podían navegar aunque el cielo estuviera cubierto de nubes y ni el Sol ni las estrellas estaban visibles para dar una idea de la dirección. Cruzaron los océanos a lo largo y a lo ancho, establecieron nuevas

naciones de herencia europea en las Américas, Australia y sur de África, y llegaron a dominar en las tierras ya pobladas de África y Asia. Durante un período de cuatro y medio siglos la Tierra se volvió cada vez más europea. Tan sólo es en nuestra época cuando las naciones sumergidas han vuelto a ser libres.

La fuerza impulsora detrás de las exploraciones todavía era muy práctica. Europa necesitaba seda, azúcar, especias y otras mercancías de Oriente. Sin embargo, las rutas terrestres eran difíciles y, además, estaban obstruidas por naciones musulmanas enemistadas con Europa. Lo que se necesitaba era una ruta marítima directa hacia Oriente que rodeara las tierras musulmanas.

Durante el proceso se realizaron viajes heroicos, en los que se hizo frente a los peligros con absoluta determinación. También había peligros nuevos además de los ya conocidos de tormentas y calmas ecuatoriales.

En 1497 el explorador portugués Vasco de Gama inició un viaje que, en nueve meses, lo llevó alrededor de África y hasta la India; fue el primer europeo que llegó a Asia a través del mar. Sin embargo, durante el viaje los marineros se enfermaron de escorbuto. Esta enfermedad resulta por una dieta carente de vitamina C. —presente en frutas y verduras frescas— pero en aquella época nadie lo sabía. Durante siglos el escorbuto siguió siendo el azote de los viajes largos, y fueron muchos los marineros que sucumbieron ante este mal.

En 1519, el marinero portugués Fernando de Magallanes (al servicio de España) salió, con cinco navíos y 230 hombres, para llegar al Lejano Oriente viajando hacia occidente. Al circunnavegar el globo por primera vez, estos hombres resistieron un pasaje tormentoso a lo largo del Estrecho de Magallanes y los noventa y nueve días restantes para cruzar el Pacífico sin ver nada de Tierra; todos estuvieron a punto de morir de hambre cuando se terminaron sus provisiones. Aunque volvieron con una carga de especias que hicieron provechoso el viaje, pagaron un costo muy alto. Murieron doscientos doce hombres. El mismo Magallanes murió en una trifulca con los habitantes de las Islas Filipinas. Todavía más, tan sólo dieciocho hombres, que viajaron en un sólo barco, vivieron lo suficiente para poder ver España otra vez.

Sin embargo, ni la enfermedad ni la muerte detuvieron a los exploradores. El éxito podría ser lucrativo, pero el atractivo de lo desconocido, mayor, hizo que la gente siguiera adelante en contra de todas las posibilidades. Los dieciocho sobrevivientes del viaje de Magallanes estaban bajo las órdenes de Juan Sebastián Elcano. Quizá usted piense que ya había tenido suficiente con los viajes, pero cuatro años después ya estaba viajando nuevamente por el Pacífico, donde murió.

No fueron unos cuantos aventureros temerarios los que se enfrentaron a todo. Miles de europeos cruzaron el Atlántico, y no en búsqueda de oro, especias o ganancias, sino tan sólo para encontrar nuevos hogares donde pudieran vivir en paz. El costo fue muy alto. En 1587 cien hombres ingleses, junto con veinticinco mujeres y niños, se establecieron en la Isla Roanoke, frente a las costas de América del Norte. Cuatro años más tarde todos habían desaparecido. No sabemos qué les sucedió, pero probablemente los mataron los indios.

Tuvo más éxito la colonia inglesa de Jamestown, Virginia, en 1607. Aún más, durante los diez años entre 1607 y 1617, se calcula que unas once mil personas vinieron a Virginia, pero la población de la colonia, en 1617, tan sólo era de mil personas. Las otras diez mil murieron.

Aproximadamente unos cien peregrinos desembarcaron en Plymouth, Massachusetts, casi al final de 1620, pero tan sólo unos cuantos sobrevivieron al invierno.

Pero nada detuvo la indomable determinación de salir a enfrentarse a lo desconocido; poco a poco la gente aprendió cómo aumentar el conocimiento y, junto con éste, la seguridad. Se construyeron mejores barcos. Se desarrollaron sistemas dietéticos para evitar el escorbuto. Así, en la década de los años 1770s, el capitán Cook sufrió la misma muerte que había tenido Magallanes, durante una trifulca con la gente que vivía en las islas de Hawai.

Al siguiente siglo, cuando la población de Estados Unidos se desplazó en oleadas hacia el Oeste para poblar las nuevas tierras que habían pasado al control estadounidense, pagaron los precios de muchas vidas que se perdieron por hambre y violencia.

Mientras tanto, se emprendieron las primeras grandes exploraciones de interés puramente científico, al mismo tiempo que los seres humanos comenzaron a explorar el Ártico y la Antártida.

Al principio, los hombres curiosearon por las costas árticas en un intento de encontrar otra ruta hacia Oriente, y las primeras exploraciones a la Antártida fueron motivadas porque los barcos buscaban focas y ballenas que descuartizar. Sin embargo, esta actividad fue hecha de lado cuando la gente se interesó en la ubicación de los polos magnéticos (los científicos también estaban ocupados en la exploración del resto del mundo, buscando nuevas clases de plantas y animales, para no decir nada respecto a otros tipos de información científica; Charles Darwin elaboró su teoría de la evolución como resultado de lo que había aprendido en un viaje de exploración. Constantemente estaba mareado, pero no permitió que los mareos lo detuvieran).

Mucha gente murió durante las exploraciones polares. Henry Hudson, quien descubrió el Río Hudson en 1609, murió dos años después en la orilla de la Bahía Hudson. Vitus Bering, que había descubierto el estrecho de Bering y que fue el primer europeo en Alaska, murió en una isla al norte del Pacífico. Estos son, tan sólo, dos ejemplos de entre cientos.

La historia más trágica de iodos es la que se refiere a los dos hombres que intentaban ser los primeros en llegar al Polo Sur en 1911. Uno era inglés: Robert Falcon Scott, el otro era noruego: Roald Amundsen. Lo que sucedió muestra la diferencia que existe cuando se hace una preparación cuidadosa.

Scott utilizó ponis para transportar sus provisiones sobre el hielo antártico. Fue un error. Los ponis tenían que comer paja, lo que significaba arrastrar grandes cantidades. Cuando se agotaban, los ponis se morían. Durante las últimas etapas del recorrido, los mismos hombres tuvieron que jalar los trineos.

Amundsen utilizó perros, que comían la misma comida que los hombres. Además, cuando comenzó a escasear el alimento, se mataba a los perros más débiles para que sirvieran de alimento a los fuertes. El resultado fue que algunos perros soportaron todo el viaje y Amundsen consiguió un mejor tiempo. Cuando Scott llegó al Polo Sur descubrió que Amundsen había estado en ese lugar seis semanas antes. Scott y sus hombres, desanimados y traspasados de dolor, murieron bajo una tormenta de nieve durante el camino de regreso.

Amundsen volvió sano y salvo, pero siguió con las exploraciones polares y murió en 1928 mientras buscaba a los sobrevivientes de un naufragio en aguas polares.

Nadie llegó al Polo Sur, por tierra, hasta 1958 cuando Edmund Hillary lo logró. Sin embargo, no tuvo problema alguno porque usó transporte motorizado. La tecnología ha alejado casi todos los terrores de la exploración polar.

Pero ni ahora, cuando la humanidad ha alcanzado grandes logros tecnológicos, se puede evitar por completo al peligro, ni siquiera por medio de dispositivos que ahora son comunes. Todavía hay accidentes que dejan sin funcionamiento a submarinos que se encuentran en el fondo del mar, o que destruyen aviones en pleno vuelo. Dolorosos titulares en los periódicos dan a conocer la muerte de cientos de personas en el mar, miles en el aire, y cientos de miles en las carreteras del mundo.

Entonces, ¿qué podremos esperar de las nuevas exploraciones que van más allá de cualquier cosa que la humanidad haya logrado en el pasado? Ahora llevan y traen a los seres humanos más allá de la atmósfera, un viaje por el mar de la nada en cuya comparación el extraordinario Pacífico es una mancha de mosca.

No obstante, generalmente lo hacen con todas las seguridades por lo que los riesgos a los que se enfrentan son menores a los que aceptaron Colón, Magallanes o Scott. Los hombres y mujeres que han estado explorando el espacio durante los últimos veinticinco años han estado en contacto con casa durante la mayor parte del tiempo, gracias al radio y la televisión. A diferencia de los grandes viajes del pasado, no están fuera del alcance en el momento mismo en que pierden de vista a la tierra. Lo que es más, los exploradores espaciales saben a dónde van, en tanto que los antiguos viajeros oceánicos a veces no tenían ni la menor idea de lo que les esperaba. Los exploradores espaciales no temen encontrarse con ninguna forma de vida hostil. Cualquier cosa que les suceda, saben que no recibirán la muerte de Magallanes y Cook.

Pero el peligro no ha desaparecido del todo. A veces puede fallar la tecnología. Los seres humanos son falibles y cometen errores. Las computadoras pueden desquiciarse. El combustible puede estallar.

Así, el 28 de enero de 1986 el trasbordador Challenger explotó y se destruyó, extinguiendo la vida de cinco hombres y dos mujeres.

El impacto fue enorme y, en cierto sentido, inaudito. Por primera vez en la historia de la exploración una catástrofe así hizo que se levantaran muchas voces que cuestionaron la sabiduría de la aventura humana y sugirieron que la humanidad debería retroceder.

¿Por qué sucedió esto?

Por una parte, el éxito nos ha mimado. En veinticinco años de exploración espacial ningún estadounidense había muerto en el espacio. En parte se debió al uso de computadoras, que de vez en cuando han suspendido algún lanzamiento segundos antes de llegar a cero porque advertían que algo estaba mal; en parte se debió a la precaución extrema de la NASA, con largas "cuentas regresivas" que trataban de tomar todo en cuenta. Esta repentina tragedia fue peor porque fue completamente inesperada.

Por otra parte, representó una pérdida del dinero público. A través de la historia de la exploración los gastos han sido cubiertos por organizaciones privadas o, si el estado está involucrado, era por una cantidad pequeña. Aquí, una sola explosión significó que los ciudadanos perdieran un vehículo de mil millones de dólares. Pocas personas podían pensar en esto mientras la tragedia de la muerte de siete valientes saturaba nuestras mentes y corazones, pero al paso del tiempo llegó a presentarse dicho pensamiento.

Pero el factor más esencial fue que esta catástrofe sucedió frente a nuestros propios ojos. Hasta los millones de personas que no estaban viendo durante el momento mismo en que la explosión tuvo lugar, seguramente la vieron en alguna de las innumerables "repeticiones" que saturaron la televisión esa tarde y noche.

Nadie en casa vio morir de hambre a la tripulación que acompañó a Magallanes, ni congelarse a Scott y sus compañeros, pero todos nosotros vimos morir a los siete astronautas.

Fue más de lo que podíamos soportar, y aún así...

La humanidad es más que sus miembros. Estamos comprometidos en una gran aventura que comenzó hace cuatro millones de años. Nos estamos expandiendo por el universo y no hemos llegado a nuestros límites. Hasta la fecha no nos ha detenido ningún desastre, y ninguno nos detendrá ahora. El mensaje para el universo siempre ha sido, y debe seguir siendo:

¡Allá vamos!

2
Nuestro segundo mundo

¡Silencio!

El lunario estaba de pie en la oscuridad eterna dentro del cráter del polo sur de la Luna y pensó que el silencio era lo que hacía tan característica —sedante y, sí, aterradora— a la Luna. Pero por supuesto no era un lunario verdadero. Venía de la Tierra. Y cuando hubiera cubierto su estancia de noventa días volvería al planeta e intentaría volver a ajustarse a la gravedad.

En ningún lado había movimiento ni sonidos de criaturas vivientes. Había luz a lo largo de la parte alta del cráter, tan perpetua como la oscuridad en esta parte del piso del mismo. Siguiendo el contorno suavemente ondulado del piso, en el lado opuesto del cráter, también había luz solar.

El lunario vio en esa dirección y el vidrio de su casco, frente a su rostro, se oscureció inmediatamente. La línea entre oscuridad y luz se desplazaba con lentitud hacia él, y alejándose de él, en un ciclo de cuatro semanas. Nunca llegaría al lugar en el que estaba de pie, ni retrocedería hasta quedar fuera del alcance de la vista. Si fuera a desplazarse algunas millas dentro de la luz, podría ver al Sol rozando el filo del cráter a lo largo del horizonte pero, por supuesto, el vidrio frente a su rostro se opacaba casi por completo cuando veía en esa dirección. A intervalos, hasta podía ver la Tierra, o una parte de ella, bordeando la pared del cráter. Esta vista siempre le anegaba el corazón.

Trató de no pensar en la Tierra. Ahora estaba en la Luna. Podía percibir la línea de células fotovoltaicas en la luz solar y sabía que la energía solar, inacabable, daba energía al mundo bajo sus pies, que todavía era muy pequeño. Ya había docenas de seres humanos alojados ahí, y durante su vida el número perfectamente podría aumentar a cientos. Existía una granja experimental, un laboratorio químico para el estudio del suelo lunar, un horno para separar las pequeñas pero preciosas cantidades volátiles de los minerales apropiados.

No era la única base lunar. Cerca del ecuador del satélite existía otra más grande, donde se extraía el suelo y se enviaba al espacio, para construcción. Existía otra, más especializada, en el lado oculto de la Luna, donde se estaba terminando un enorme radiotelescopio, aislado de la interferencia radial de la Tierra por tres kilómetros de sólida Luna.

El lunario pensó: estamos en 2026 y la Luna ya se ha convertido en nuestro segundo mundo.

Pero ahora estamos en 1989. Entre 1969 y 1972 visitamos la Luna seis veces —y doce hombres han caminado por su superficie— pero nada más fueron visitas. Llegamos, nos paseamos y nos fuimos; el tiempo total que los seres humanos han estado en la Luna es de menos de dos semanas. En los últimos diecisiete años no hemos ido para nada.

No obstante, hemos estado aguzando nuestras capacidades en el espacio, y cuando volvamos será para quedarnos. En el futuro llegará un día crucial después del cual nunca habrá un período, durante un tiempo indefinido, en el que no haya seres humanos viviendo sobre la Luna.

La NASA ya está planeando bases lunares. Por ejemplo, de abril 23 al 27 de 1984, unos cincuenta científicos, ingenieros, industriales y eruditos se reunieron para exponer temas científicos, industriales y sociológicos relacionados con dichas bases.

Pero, ¿por qué molestarse? La Luna es un mundo muerto, desolado, sin aire ni agua. Es un Super Sahara grande, así, ¿qué hay que nos atraiga y motive a ir allá, ya no digamos a vivir allá?

Super-Sahara o no, la Luna nos sería útil —hasta vital— en muchos aspectos. Algunos de estos aspectos no son de naturaleza material. Por ejemplo, existe el asunto del conocimiento. La Luna no ha sido perturbada, mayormente, durante la primera mitad de los mil millones de años de existencia del Sistema Solar (lo que no sucede con la Tierra). Hemos estado estudiando los trescientos sesenta kilos de rocas lunares que han traído los astronautas, pero el simple hecho de traerlas a la Tierra las ha contaminado, y los astronautas tan sólo pudieron investigar las cercanías de sus naves. Si podemos estudiar la sustancia de la Luna sobre su superficie, durante amplios períodos y sobre cada una de sus porciones, podríamos aprender mucho respecto a la historia inicial del satélite, y por lo tanto también de la Tierra.

Luego, también, la Luna es una maravillosa plataforma para observaciones astronómicas. La ausencia de una atmósfera lograría que la visibilidad telescópica fuera más aguda. El lado oculto de la Luna permitiría que los radiotelescopios funcionaran sin interferencias de fuentes humanas de ondas luminosas y de radio. La lenta rotación de la Luna permitiría que se pudieran seguir los objetos en el cielo, sin interferencia de nubes ni neblina, durante dos semanas cada vez. Neutrinos y ondas de gravedad, junto con otras manifestaciones exóticas, podrían estudiarse y detectarse con mayor facilidad. Y, de hecho, los radiotelescopios sobre la Luna y la Tierra podrían hacer observaciones en combinación, permitiéndonos así estudiar con el más fino detalle los centros activos de las galaxias, por ejemplo, incluyendo el centro activo de nuestra propia Vía Láctea.

También puede utilizarse la Luna como el sitio para experimentos que no nos gustaría realizar en medio de la fecunda vida terrestre. Piense en la ingeniería genética que podríamos realizar, o las formas de vida experimentales que podríamos diseñar. Podríamos obtener energía en grandes cantidades para usarla no sólo en la Luna, sino también para transferirla a estructuras espaciales y quizá a la Tierra. Piense en las estaciones de energía nuclear que podríamos construir (tanto por fisión y, con el tiempo, por fusión), en donde las consideraciones respecto a la seguridad no pesen tanto. Piense en la eficacia de las estaciones de energía solar que podríamos construir en un mundo sin atmósfera que interfiera para diluir, absorber y oscurecer la luz solar.

No necesariamente debemos pensar en la Luna como un lugar completamente desolado. El suelo lunar, sin tratamiento alguno, puede usarse como escudo contra las radiaciones, no sólo sobre la misma Luna sino en grandes estructuras espaciales dentro de la que los humanos podrían vivir y trabajar. La ausencia de una atmósfera protectora en el espacio provoca que las partículas de los rayos cósmicos sean un riesgo siempre presente, y ninguna forma de protección sería más barata que el suelo lunar.

Gran parte del suelo lunar está en forma de cristales de uno u otro tipo. Si se compara a éstos y se les refuerza, podrían constituir un excelente material de construcción. Del suelo también podría hacerse cemento y concreto. Es más, del suelo pueden obtenerse elementos individuales, La corteza de la Luna es de un cuarenta por ciento de oxígeno (en combinación con otros elementos, por supuesto). Se le puede aislar. Por ejemplo, un mineral común sobre la Luna es la "ilmenita" u óxido de hierro titanado. El tratamiento con el hidrógeno puede provocar que el oxígeno de la ilmenita se combine con el hidrógeno y se forme agua, y el agua pueda descomponerse en hidrógeno y oxígeno.

Pero, ¿de dónde vendría el hidrógeno? Las porciones de la Luna que hemos estudiado carecen de estos elementos vitales ligeros: hidrógeno, carbono y nitrógeno. Eso hace parecer que estos "volátiles" tendrán que importarse desde la Tierra (donde abundan), pero sobre la Luna puede haber lugares donde se les puede encontrar en pequeñas cantidades, especialmente en las regiones polares donde el Sol muy pocas veces, si es que llega a suceder, brilla. Después, el hidrógeno lunar podría usarse para obtener oxígeno, y el nitrógeno lunar para diluirlo y (¡eureka!) existe una atmósfera (tanto el hidrógeno como el oxígeno pueden reciclarse).

Otros elementos, en particular hierro, aluminio, titanio — todos de mucha utilidad estructural— son comunes en la corteza lunar y pueden extraerse del suelo. Además, puede obtenerse silicio para hacer semiconductores de computadoras. Para comenzar, la Luna será una activa base minera. Cantidades de suelo lunar pueden ser enviadas fuera de la Luna por medio de un "conductor de masa" que recibe energía de un campo electromagnético basado en la energía solar. Esto no sería difícil debido a que la Luna es relativamente pequeña y tiene una atracción de gravedad bastante menor a la de la Tierra. Se necesita menos del 5 por ciento de energía para elevar cierta cantidad de peso desde la Luna que, para elevar la misma cantidad desde la Tierra.

Todo el espacio en general (y no nada más la Luna) tendrá importancia para la humanidad una vez que, en éste, el suelo lunar pueda ser hundido y usado para construir objetos. Sería sensato usar materiales lunares para construir observatorios, fábricas espaciales —y con el tiempo hasta colonias espaciales artificiales capaces de albergar miles de seres humanos—. Sería mucho más barato obtener estos materiales que los de la Tierra, en especial porque los recursos terrestres son necesarios para la propia y prolífera población de la Tierra.

Debido a la débil gravedad de la Luna, sería un sitio particularmente útil para la construcción y lanzamiento de naves espaciales. Como se necesitaría mucho menos energía para elevar una nave desde la superficie de la Luna que de la Tierra, se necesitaría menos combustible y oxígeno, además de que podría aprovecharse un mayor porcentaje de peso para la tripulación y su equipo.

Con el tiempo, cuando se construyan colonias espaciales, podrían ser más eficaces como lugares donde las naves espaciales pueden construirse y lanzarse. Es más, ciertamente la Luna tendrá otras ventajas. Primero, será un mundo de grandes espacios y no tendrá el aura claustrofóbica de las colonias espaciales. En segundo lugar, la gravedad lunar —aunque débil— será constante. En las colonias espaciales un campo pseudo gravitacional basado en los efectos centrífugos puede ser tan intenso, en algunos lugares, como la gravedad de la Tierra pero este campo complicará las cosas para los colonizadores debido a que variará considerablemente de uno a otro lugar dentro de la misma base.

También, como la Luna ya existe y —para decirlo de algún modo— ya está construida, seguramente podrá desarrollarse primero y ser usada para experimentar con ecologías artificiales. Una vez que los colonos lunares descubran cómo crear una ecología equilibrada que se base en un número limitado de especies de plantas y animales (cosa que podría tomar bastante tiempo), dicho conocimiento podría utilizarse para hacer posibles las colonias espaciales.

Finalmente y por supuesto, la gran Luna —con su enorme provisión de materiales— al paso del tiempo puede llegar a establecer un sistema autosuficiente que logrará su completa independencia de la Tierra. Seguramente será mucho más pronto que las colonias espaciales, bastante más pequeñas, puedan lograr una verdadera independencia.

La Luna, como mundo independiente, representará un giro completamente nuevo en la historia humana. La humanidad tendrá un segundo mundo, lo que significará lo siguiente:

Si la Tierra es golpeada por una catástrofe externa inesperada, digamos por un alcance cometario como aquel que —posiblemente— aniquiló a los dinosaurios hace sesenta y cinco millones de años. Si la propia locura humana arruina a la Tierra por medio de la guerra nuclear o alguna otra cosa. Si algo por el estilo sucede, existirá un segundo mundo en el que sobrevivirá la humanidad y donde la cultura, historia y conocimiento humanos serán recordados y preservados.

Pero, ¿cuándo tendrá lugar todo esto? Naturalmente, no podemos decirlo. Gran parte de lo que suceda no depende de la capacidad tecnológica sino de factores económicos y políticos impredecibles.

Si todo funciona bien no hay razón por la cual el trabajo en el proyecto no puede iniciarse durante los años 90s. Para 2025 podría establecerse el primer puesto de avanzada.

Para 2015 podría existir una Base Lunar ocupada permanentemente. Después de esto podría ser que los colonizadores lunares hayan desarrollado su mundo hasta el punto de independizarse de la Tierra a fines del siglo veintiuno.

3
Todos a bordo para Fobos

Los soviéticos han enviado dos sondas en dirección a Marte. No se dirigen hacia Marte mismo, sino hacia sus dos pequeños satélites, Pobos y Deimos.

Podría parecer raro. Está Marte, un mundo a 6,750 kilómetros, con dos veces el tamaño de la Luna y la mitad del de la Tierra. Marte tiene una superficie aproximada de unos ciento sesenta y ocho millones quinientos mil kilómetros cuadrados, que es mayor que el área sobre la Tierra (por supuesto, nosotros tenemos océanos y Marte no). Lo que es más, Marte tiene enormes volcanes, uno de los cuales es mucho más grande que cualquiera de la Tierra. Tiene un enorme cañón junto al cual nuestro Gran Cañón del Colorado se ve como un rasguño. Tiene señales de ríos secos. Tiene casquetes polares constituidos de hielo y bióxido de carbono congelado. Todo lo referente a Marte es fascinante.

En comparación, ¿qué sucede respecto a Pobos y Deimos? Son objetos pequeños, tan sólo montañas sueltas. Tienen formas irregulares que hacen que se parezcan mucho a dos papas gigantescas. La similitud se ve reforzada por el hecho de que cada satélite está salpicado de cráteres, y los más grandes se ven exactamente igual a los "ojos" de las papas.

Fobos tan sólo tiene unos 26 kilómetros de diámetro en su parte más larga, en tanto que Deimos tan sólo tiene 13 kilómetros. Entonces, ¿por qué molestarse con esas piedritas si el mismo Marte está disponible?

Fobos y Deimos son tan pequeños que no fueron descubiertos sino hasta 1877, mucho después de que habían sido vistos los satélites de los lejanos Júpiter y Saturno. Los descubrió un astrónomo estadounidense llamado Asaph Hall, quien aprovechó la ventaja del hecho de que, en 1877, Marte estaba en la parte de su órbita que lo acercaba inusitadamente a la Tierra (tan sólo a cincuenta y nueve millones quinientos mil kilómetros de distancia). Se dio cuenta de como hasta ese entonces no se había descubierto ningún satélite marciano, deberían (en caso de que existieran) ser muy pequeños y estar muy cerca de Marte. Noche tras noche buscó en las cercanías del planeta sin obtener resultado alguno, y por fin decidió abandonar la tarea, ya que era obvio que no había satélites. Sin embargo su esposa, Angelina Stickney Hall le dijo: "Vuelve a hacer otro intento, Asaph".

Adivinó. La noche siguiente fue la noche. Así que los dos cráteres grandes de estos satélites se llaman Hall y Stickney.

Desde los 1700s los satíricos Jonathan Swift y Voltaire sugirieron que, como la Tierra tenía un satélite conocido y Júpiter cuatro, Marte —el planeta entre ambos— debía tener dos. Se trataba de una falacia pero la adivinación resultó correcta, por lo tanto otros dos cráteres se llaman Swift y Voltaire.

A pesar del dramatismo de la historia del descubrimiento de esos satélites, todavía son montañas sueltas, girando alrededor de Marte. Queda la pregunta: ¿Por qué hay quienes se interesan en ellos?

Aja. Hay una cosa que Marte no tiene. Dos sondas Viking que Estados Unidos envió en 1976 mostraron que no hay material orgánico, en el suelo marciano no hay nada que contenga átomos de carbono, para nada. No puede haber vida sin material orgánico y así parece probarse que Marte es un planeta muerto. Claro que las sondas tan sólo investigaron dos pequeños puntos de una extensa superficie, pero las oportunidades de vida, aunque tan sólo se trate de simples bacterias o virus, parecían muy remotas después del Viking.

Pero si no hay vida en Marte, ¿cómo es que podemos esperar que la haya en Fobos y Deimos? Pues bien, no podemos. Pero existe algo más que sí podemos encontrar, y para ver de qué se trata, volvamos por un rato a la Tierra.

El espacio entre los planetas está lleno de restos sólidos de todos tipos, de los que un gran número son partículas de polvo y arena. Existen aún muchos guijarros y algunas piedras grandes, así como algunos trozos grandes de materia que pueden llegar a tener unos tres kilómetros de un extremo a otro.

Parte de este material es constantemente barrido por la Tierra mientras se desplaza a lo largo de su órbita. Las piececillas de arena se calientan al pasar por el aire, llegan a quedar blancas y se vaporizan. Son las conocidas "estrellas fugaces" o "meteoros" que pueden verse de vez en cuando en cualquier noche oscura si

observamos pacientemente. A veces, la Tierra pasa a través de alguna nube particularmente rica de restos y se presenta una "lluvia de meteoros".

La mayor parte de estas estrellas fugaces no sobreviven al viaje a través de la atmósfera, pero sí lo logran algunas de las porciones más grandes de materia. Estas logran estrellarse contra la superficie de la Tierra y se les conoce como "meteoritos".

En tiempos antiguos, la gente estaba fascinada con los meteoritos porque parecían caídos del cielo y, por lo tanto, se les consideraba divinos. Los astrónomos modernos están fascinados con ellos porque representan las únicas muestras de materia extraterrestre que podía estudiarse antes del nacimiento de la era espacial.

Resulta que existen varias clases de meteoritos. Los más comunes son los "meteoritos pétreos" que, después de una observación ligera, no son muy diferentes a las rocas de la superficie terrestre. Esto significa que, a menos que se vea caer a los meteoritos pétreos, generalmente no son descubiertos si no caen en una zona en la que el suelo carezca de rocas (por ejemplo, se les encontraría fácilmente en Kansas o en la Antártida).

Del 8 al 9 por ciento de los meteoritos son "meteoritos metálicos". Se les reconoce fácilmente porque el hierro metálico no se encuentra, naturalmente, agrupado (a menos que lo haya unido la manufactura humana). En tiempos antiguos, antes de que la gente aprendiera a fundir el hierro para retirarlo del mineral, los meteoritos eran las únicas fuentes posibles de dicho metal. Es más, no eran hierro puro sino una mezcla mucho más dura de níquel-hierro. Eran mucho más duros y resistentes que cualquier otro metal conocido, y encontrar uno era como encontrar una mina de oro.

El hecho de que haya estos dos tipos nos hace pensar que los meteoritos podrían ser restos de un planeta despedazado. Después de todo, los planetas como la Tierra, Venus y Mercurio consisten de un centro de hierro cubierto por una corteza rocosa. Quizá los meteoritos de hierro alguna vez formaron parte de un centro planetario, y los meteoritos pétreos de la corteza rocosa.

Si así es, ¿podría haber meteoritos que forman parte de la superficie planetaria?

De verdad, existe un tipo muy raro de meteorito llamado "condrito carbonoso". Es de color negro y, a diferencia de otros, es frágil y se descompone fácilmente. Lo más extraño es que contiene carbono. Tanto como del 2 al 4 por ciento de su peso puede ser carbono, motivo por el que se le llama "carbonoso".

El carbono es el elemento característico de la vida. Podemos especular respecto a la posibilidad de la vida sin carbono, pero en la Tierra nunca hemos observado ninguna vida sin dicho elemento, y los bioquímicos no se sorprenderían si en ningún lado del universo no hubiera vida sin carbono.

Sin embargo, no podemos discutir lo contrario. La ausencia del carbono elimina la posibilidad de vida, pero su presencia no implica que la vida deba estar presente. El carbono puede estar presente pero nunca viene junto a las moléculas supercomplejas que son características de la vida. Sin embargo, si existen meteoritos que contienen una parte sustancial de carbono, los científicos quieren saber qué forma adopta dicho carbono.

Tan sólo se han visto caer unos veinte condritos carbonosos, que se han recogido. Una caída importante tuvo lugar el 28 de septiembre de 1969, cuando un objeto explotó sobre la población de Murchison, Australia, y desperdigó fragmentos en un área de treinta y seis kilómetros cuadrados. Finalmente se recogieron unos 80 kilos de fragmentos. En 1950 hubo una caída menor cerca de Murray Kentucky.

Estos fragmentos, recogidos antes de que pudieran ser contaminados por la atmósfera terrestre, fueron cuidadosamente estudiados y se encontró que contenían algo de carbono, grasas y aminoácidos.

Las grasas y los aminoácidos son característicos de los tejidos vivos, pero su sola existencia no indica que haya vida, o que alguna vez la haya habido, en los meteoritos. Las grasas y aminoácidos pueden formarse por medio de procesos que no involucren a la vida y existen formas de decir, a partir de las grasas y aminoácidos presentes, si fueron o no manufacturados por procesos vivos. Parece claro que las sustancias de estos meteoritos fueron manufacturadas sin vida.

No se trata de una sorpresa aterradora, ya que en los últimos veinte años los astrónomos han localizado signos de existencia de compuestos de carbono en las vastas nubes de polvo entre las estrellas y ahí, también, parece seguro que el proceso de formación no involucró a la vida.

Aún así es importante la existencia de tales compuestos. Si supiéramos exactamente cómo se formaron, podríamos saber qué pasó en los océanos y en el aire de la Tierra recientemente formada, antes de que la vida hiciera su aparición aquí. En otras palabras, podríamos aprender cómo evolucionó la vida en la Tierra.

Por lo tanto, es muy frustrante que haya tan pocos condritos carbonosos para estudiar. Por supuesto, podría ser que estos objetos no fueran —de verdad— pocos, sino que hubiera muchos revoloteando por el espacio. Desafortunadamente, son objetos frágiles y, si golpean la atmósfera terrestre, tienden a descomponerse con mayor facilidad que otros tipos de meteoritos. Hasta los que llegan a la superficie de la Tierra en piezas lo suficientemente grandes para ser estudiados, pudieron haber sufrido cambios severos durante el proceso abrasador al ingresar a la atmósfera terrestre. Por lo tanto, aún en el caso de que los condritos carbonosos sean comunes en el espacio, no por eso sería extraño encontrarlos aquí, en la superficie de la Tierra.

Entonces, lo que de verdad queremos hacer es estudiar a los condritos carbonosos antes de que se estrellen en la Tierra, es decir, mientras todavía están en el espacio. Es muy probable que los meteoritos se hayan estado moviendo en el espacio durante cuatro mil millones y medio de años sin ninguna alteración perceptible, y si los pudiéramos estudiar en el espacio tendríamos una oportunidad maravillosa para aprender algo respecto al Sistema Solar durante los días de su formación.

Pero, ¿cómo puede hacerse? Enviar una sonda al espacio para nada más buscar a ciegas trozos de materia y tratar de interceptarlos con el deseo de que alguno pueda ser un condrito carbonoso no va a funcionar. En comparación, sería más sencillo encontrar una aguja en un pajar.

Aún así, podría ser posible buscar condritos carbonosos desde la superficie terrestre y, después de haberlos localizado, enviar una sonda que los estudie.

¿Es posible? Pues bien, entre las órbitas de Marte y Júpiter existe el "cinturón de asteroides", que contiene un enorme número de pequeños cuerpos planetarios, el mayor de los cuales, Ceres, tiene tan solo novecientos kilómetros de lado a lado. Estos asteroides han sido estudiados durante casi doscientos años y, poco a poco, cada vez hemos estado aprendiendo más de ellos. Por ejemplo, a mediados de los 1970s fue claro que algunos asteroides reflejaban más luz que otros. No es sorprendente. Los planetas con atmósferas nubosas reflejan la mayor parte de la luz que los alcanza. Por ejemplo, Venus, con su perpetua capa de nubes que refleja tres cuartas partes de la luz solar que recibe. Esta reflexión o "albedo" es, por lo tanto, de 0.75.

Un cuerpo que carece de una atmósfera expone una superficie rocosa a la luz del sol, y tiende a absorber la mayor parte de ella. Por ejemplo, la Luna —que carece tanto de aire como de agua— refleja tan sólo como una decimocuarta parte de la luz solar que recibe. Su albedo nada más es de 0.07 (si la Luna tuviera una gruesa y bonita atmósfera nubosa, sería diez veces más brillante de lo que aparece y en época de Luna llena la Tierra quedaría dentro del brillo de cierto tipo de luz crepuscular).

Por extraño que parezca, resultó que algunos asteroides reflejaban todavía menos luz que la Luna. Por ejemplo, Ceres —el asteroide más grande— refleja tan sólo una decimonovena parte de la luz que recibe, así que tiene un albedo de tan sólo 0.053.

¿Por qué las rocas de la superficie de Ceres reflejan menos luz que las de la superficie de la Luna? Es obvio. La superficie de Ceres debe consistir de rocas más oscuras que la superficie de nuestro satélite. Algo que haría más oscuras a las rocas sería la presencia de carbono. Como he dicho, los condritos carbonosos son de color negro. ¿Podría ser que Ceres sea un enorme condrito carbonoso o que, su superficie por lo menos, tenga características de condrito carbonoso?

Quizá. Algunos asteroides reflejan todavía menos luz que Ceres. De hecho, algunos reflejan nada más una quincuagésima parte de la luz que reciben y tienen un albedo de únicamente 0.02. Los astrónomos piensan que, en efecto, muchos asteroides tienen por lo menos la superficie de condritos carbonosos y que de ninguna manera son raros. De los doce asteroides grandes, no menos de ocho son sospechosamente oscuros. Por supuesto, estos asteroides están bastante lejos de nosotros. Por ejemplo, Ceres en su lugar más cercano queda a 264 millones de kilómetros Se trata de setecientas veces la distancia que hay a la Luna.

Sin embargo, no necesitamos apuntar hacia Ceres. Podría haber otros asteroides útiles más cercanos a nosotros. Y aquí volvemos a Fobos y Deimos.

Júpiter, Saturno y Neptuno, tres de los planetas gigantes del Sistema Solar, tienen todos a uno o más satélites que están particularmente distantes del planeta, son particularmente pequeños y tienen órbitas extrañas o asimétricas. Los astrónomos sospechan que, en cada caso, estos raros satélites son, de verdad, asteroides capturados.

Parece poco probable que Marte (un planeta muy pequeño comparado con los gigantes) pudiera captar asteroides. Pero se encuentra al borde del cinturón de estos cuerpos y tendría más oportunidades de hacerlo de lo que podría sospecharse. En consecuencia, muchos astrónomos suponen que Fobos y Deimos eran, originalmente, asteroides que pasaron tan cerca de Marte que fueron capturados.

Un punto a favor de esta hipótesis de asteroide capturado yace en la marcada diferencia de aspectos entre Marte y sus satélites. Marte es un mundo brillante con superficie rojiza. Los asteroides son oscuros.

Esa es la diferencia que hace destacar el hecho de que, a pesar de lo interesante que pueda ser Marte, sus satélites no deben ser ignorados. Marte es un mundo de rocas y arena comunes con un alto contenido de hierro (que explica su apariencia rojiza o —más precisamente— oxidada). No tiene material orgánico que pudieran detectar las sondas Viking, lo que quiere decir que hay un bajísimo contenido de carbono. Sin embargo, los asteroides —al ser oscuros— muy bien pueden tener superficies que sean de un carácter de condrito carbonoso. Podrían ser ricos en carbono y sus compuestos.

También, Marte ha sufrido muchos cambios a lo largo de su historia. Debió haber tenido un interior caliente que pudiera producir volcanes, y éstos —al lanzar lava derretida— han cambiado mucho la superficie cercana.

Existen señales de que en el pasado hubo ríos. Ahora están secos pero pudo haber habido una época en que el agua saltarina cambió al paisaje. Hasta hoy en día existe una delgada atmósfera que, sin embargo, es capaz de crear tormentas de arena en todo el planeta.

Sin embargo, estos dos satélites son inalterables. Son rocas que nunca han estado expuestas al aire ni al agua; que no han tenido ningún calor interno que las trastorne. Sin duda alguna son tan antiguas como el Sistema Solar y, casi al comenzar el juego fueron golpeadas por otras rocas, iluminadas por el enérgico Sol, destrozadas por un fuerte viento solar. Estos efectos iniciales pudieron haber producido fascinantes moléculas orgánicas que desde entonces han estado descansando calladamente... esperando el descubrimiento humano.

Y lo que es más, Fobos y Deimos son los objetos más cercanos que sabemos que, al mismo tiempo, son por lo menos de tamaño montañoso y muy posiblemente ricos en carbono. En su lugar más cercano tan sólo están a cincuenta y seis millones de kilómetros, tan sólo un poco más de la quinta parte de la distancia a Ceres. Lo que es más, es fácil llegar a ellos, ya que el mismo Marte ha sido alcanzado en varias ocasiones y, desde el punto de vista astronómico, los satélites están colocados en el mismo lugar que Marte.

Entonces, existe el potencial para una enorme conmoción a principios de 1989, cuando las dos sondas soviéticas lleguen a Fobos (si la primera tiene éxito en su estudio de Fobos, la segunda será desviada hacia Deimos). Quizá encontremos un rico arreglo de materiales orgánicos. Podríamos encontrar pruebas a partir de las cuales se estructuren nuevas ideas como la conversión de materia inanimada a animada. Podríamos encontrar páginas de la historia inicial del Sistema Solar que serían toda una sorpresa y nos obligaría a revisar algunas de nuestras ideas básicas respecto a la formación de los planetas.

Y, por supuesto, por otra parte podríamos decepcionarnos. Las sondas podrían fallar (desafortunadamente, así sucedió) o, aún en el caso de que tuvieran éxito podrían descubrir que las superficies de los satélites no tienen sorpresa ni luz alguna.

Debemos esperar y ver.

Por supuesto que mi propio sentimiento es que, aún en el caso de que no encontremos riquezas orgánicas en la superficie de los satélites, existen muy pocas posibilidades de que tan sólo las encontraremos "sin sorpresa ni luz". Nuestra historia de exploración espacial, en casi todos los casos, nos han sorprendido e introducido a cosas que no esperábamos.

Hemos descubierto el viento solar, las rotaciones de Marte y Venus, el calor de éste, los volcanes muertos de Marte y los volcanes vivos de Io, el glaciar tan ancho como el mundo de Europa, la gruesa atmósfera de Titán. El paisaje tan mezclado del pequeño Miranda. Más allá de nuestro Sistema Solar hemos descubierto

cuásares, pulsares y agujeros negros, galaxias muy distantes y hasta galaxias en explosión. Casi cada uno de ellos se presentó como una sorpresa total.

¿Por qué esta vez no podemos llegar a sorprendernos una vez más?

Y, ¿qué será lo siguiente? Si tienen éxito esas misiones a los satélites de Marte, ¿qué vamos hacer?

Mi propio sentimiento es que, sin importar la perfección de nuestros instrumentos, no pueden igualar la versatilidad ni la excelencia intuitiva del cerebro humano. Tarde o temprano debemos enviar seres humanos a Marte.

Con toda seguridad existe peligro. Una sonda sin humanos puede fracasar, descomponerse o estallar; y en un caso así nada más perdemos dinero y esfuerzo. Con seres humanos a bordo, perdemos vidas de valientes y la reacción emocional sería extrema, como sucedió con el caso del desastre del Challenger.

Pero aún así, debemos correr el riesgo.

Sería mejor, por lo menos en mi opinión, esperar hasta que hayamos establecido una base firme en el espacio cercano. Necesitaríamos una estación espacial funcionando, una estación minera en la Luna, la construcción de varias estructuras importantes hechas de material lunar, y (lo más importante de todo) el desarrollo de una reserva de seres humanos acostumbrados al espacio y a la idea de viajes espaciales.

También podemos tener la esperanza de que esta expansión de la humanidad al espacio cercano se verá acompañada de un aumento gradual en la cooperación entre las naciones, en particular de aquellas con la tecnología espacial más avanzada: Estados Unidos y la Unión Soviética.

Entonces, en la primera mitad del siglo veintiuno podría suceder que se equipen complicadas expediciones humanas para visitar Marte y quizá, con el tiempo, para colonizarlo y establecer bases científicas en sus satélites.

Este hecho representará la primera extensión del alcance humano más allá del sistema Tierra-Luna y marcará el inicio de algo que, para el siglo veintidós, hará que los viajes de vacaciones a Marte y las correrías al cinturón de los asteroides sean comunes.

Sé que esto parece fantástico, pero piense lo que hemos logrado durante los primeros treinta años de la Era Espacial. Comenzamos con un sólo objeto que enviaba señales mientras daba vueltas a la Tierra, en 1957, y ahora tenemos una compleja sonda que ha explorado con éxito a Urano y sus satélites y, dentro de un año, estudiará a Neptuno, el más alejado de los planetas.

Doce hombres ya han estado sobre la Luna. Varios han permanecido en el espacio durante casi un año y han sobreviviendo. Y se hacen planes serios para proyectos que, hace treinta años, se hubieran desechado como sueños infantiles e imposibles.

¿En dónde estaremos dentro de treinta años? ¿Cincuenta? ¿Cien?

4
¿Qué sigue en el Espacio?

¿Qué sigue en el espacio? ¿A dónde vamos? El desastre del Challenger socavó la voluntad del pueblo estadounidense y destruyó parte de la confianza en sí mismo, tenemos estas preguntas: ¿Qué sigue en el espacio? ¿A dónde vamos?

Una posible respuesta: No haremos nada y no iremos a ninguna parte. Las exploraciones espaciales cuestan dinero, mucho dinero, y mientras las naciones de la Tierra gasten medio billón de dólares —o algo así— al año en guerras y sus preparativos, va a quedar poco dinero disponible para el espacio. Y si el dinero que queda disponible se gasta en convertir el espacio en otra arena para la guerra, entonces virtualmente no quedará nada para la exploración pacífica.

Pero suponga (nada más suponga) que en el mundo existe un aura creciente de paz y cooperación, que la carrera armamentista se ha terminado o, por lo menos, silenciado y el espacio se convierte en un proyecto global. Entonces habrá dinero disponible en cantidades adecuadas, como sucederá con el tiempo, esfuerzo y recursos. Entonces, ¿qué hacemos y a dónde vamos?

Razonemos.

Necesitamos una base desde la cual podamos lanzar nuestras naves al espacio. Tenemos una, la Tierra, pero no es satisfactoria. Por definición la gravedad de su superficie es uno y la velocidad de escape es de once kilómetros por segundo. En el Sistema Solar sólo existen cinco cuerpos con un campo gravitacional más intenso y una mayor velocidad de escape: el Sol, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Aunque pueden explorarse por medio de naves sin tripulación, no hay esperanza alguna —en el futuro previsible— de que seres humanos aterricen en dichos cuerpos, o que ni siquiera se acerquen. Así, de todos los objetos que suponemos que podemos usar como base en el futuro previsible, la Tierra tiene el "pozo de gravedad" más profundo de donde es más difícil escapar.

Además, la Tierra también tiene una atmósfera y un clima. Las tormentas. El único objeto no eliminado por la gravedad y que tiene una atmósfera más densa que la de la Tierra es Venus y probablemente Titán, satélite de Saturno. Venus es tan caliente que es poco probable que, alguna vez, los seres humanos aterricen ahí, y Titán está tan lejos que no existe la posibilidad de que lo alcancemos, por lo menos, durante un siglo.

Así y una vez más, de los mundos a los que podemos llegar y en los cuales podernos aterrizar, la Tierra es la base más difícil.

Lo que necesitamos es un mundo grande que, sin embargo, sea más pequeño que la Tierra para que tenga una velocidad de escape menor y carezca de atmósfera. Como el amable Sino la tiene, el cuerpo astronómico más cercano a nosotros está convenientemente adecuado para esto. Se trata de la Luna, que tiene un diámetro de 3,456 kilómetros y una velocidad de escape de tan sólo 2.4 kilómetros por segundo, y ninguna atmósfera. Tan sólo está a cuatrocientos mil kilómetros de distancia y, con los cohetes actuales, se puede llegar a ella en tres días. De hecho, los seres humanos han llegado a ella, hasta ahora, seis veces.

Entonces, lo que sigue es que, si vamos a ir al espacio a gran escala, debemos estar en posición de poder usar la Luna como base, ya que es más satisfactoria que la Tierra.

Pero, ¿cómo llegamos a la Luna? Es verdad que ya hemos estado ahí pero ése tan sólo fue el principio. Ir allá, quedarse unas cuantas horas, recoger unas cuantas rocas y volver, es muy espectacular, pero se trata de un proyecto sin salida, según nos hemos dado cuenta en los hechos.

Debemos volver a la Luna a gran escala y establecer allá una base permanente. Para hacerlo debemos ir en etapas.

Debemos construir una estación espacial en órbita alrededor de la Tierra, tan cerca para llegar fácil y frecuentemente, y tan lejos que su órbita no decaiga y se conserve girando hasta un millón de años. Si establecemos una estación espacial permanentemente ocupada, con cambios de astronautas, podremos unir naves que, entonces, puedan llegar a la Luna. Tales naves serían lanzadas a velocidades de escape menores (al estar más lejos de la Tierra) y sin interferencia atmosférica. De esta forma, podemos llegar a la Luna en

dos etapas y, a la larga, será más barato y conveniente que si todos los viajes se hicieran desde la superficie terrestre.

Podría parecer que, si podemos construir una estación espacial, tendríamos nuestra base inmediatamente, así que no necesitaríamos la Luna. No es así. La estación espacial, a pesar de todo lo que la probemos, sería pequeña y ofrecería poco espacio. Es más, todas las provisiones de lo que sea tendrían que salir de la Tierra, donde ya se han exprimido los recursos.

La Luna es un mundo con una superficie igual a la de Norte y Sudamérica juntas. De su material en la parte externa podemos obtener una gran variedad de metales, para no decir nada de concreto, cemento, vidrio y oxígeno. De hecho, complicadas estaciones mineras en nuestra base lunar abastecerán todo lo que necesitemos para la construcción espacial, con la excepción de los elementos ligeros como carbono, nitrógeno e hidrógeno. Estos pueden ser transportados desde la Tierra, que también debe proporcionar seres humanos.

Al usar la Luna como base para materiales, y a la tierra como reserva de tecnología, el espacio entre la Tierra y la Luna podrá llenarse con estructuras: estaciones de energía solar, observatorios, laboratorios, fábricas. Debemos poner tantas plantes industriales terrestres en órbita como podamos para aprovechar las singulares propiedades del espacio (vacío, microgravedad, temperaturas extremas). Tal transferencia tendría este incentivo extra: la biosfera podría usarse como depósito de desperdicios. Sobre todo, podrían construirse colonias espaciales en las que se duplicaría el medio ambiente terrestre tanto como fuera posible, y cada una de ellas podría contener hasta diez mil personas (naturalmente habrá problemas; por ejemplo, de alguna manera se tendrá que hacer frente a la "chatarra espacial" que en la forma de innumerables piezas y partículas, ya satura las cercanías de la Tierra).

Idealmente, esta extensión de la gama humana debería ser global, bajo control internacional. La triste historia de la rivalidad nacional en la Tierra no debe duplicarse en el espacio. De hecho, al mismo tiempo que la Luna y las colonias espaciales aumenten su población, el control internacional deberá ser más relajado, y los nuevos mundos deben ser unidades regionales autogobernadas de una Unión Humana Federal.

Puede necesitarse un siglo o más para convertir el sistema Tierra-Luna en un hogar multimundial para la humanidad, pero nada más hasta entonces estaremos listos para dar el siguiente paso importante a Marte. Si deseamos, podremos enviar una misión con tripulación soviético-estadounidense a Marte dentro de veinticinco años, pero sería un asunto de escasos recursos, difícil de llevar a cabo, de naturaleza muy arriesgada, y sin consecuencias importantes... como los primeros viajes a la Luna.

Si, a diferencia, nos esperamos hasta que el sistema Tierra-Luna esté bien establecido, entonces el viaje a Marte será relativamente sencillo porque no será llevado a cabo por gente de la Tierra. Los europeos fueron los que se establecieron en la costa este de lo que ahora es Estados Unidos, pero fueron los estadounidenses, los descendientes de aquellos colonos — y no los europeos— quienes posteriormente exploraron y se establecieron en el oeste americano. En cuanto a esto, fueron los estadounidenses y no los europeos los que llegaron primero a la Luna.

Entonces, no debe ser gente de la Tierra la que vaya a Marte. Debe ser gente de la Luna y los Colonos Espaciales. Estarán mejor adaptados para la tarea. Estarán mucho más acostumbrados a la idea de vuelos espaciales, ya que fue por medio de estos vuelos cómo sus hogares pudieron tener existencia. Deberán estar mucho más acostumbrados a vivir dentro de un mundo, a diferencia de la Tierra, donde se vive afuera. Deberán estar más conscientes de la necesidad de un estricto reciclaje de aire, alimentos y agua.

En pocas palabras, cuando una persona de la Tierra entra a una nave espacial, está entrando a un "mundo" extraño y diferente, en todos los aspectos, a la Tierra. Cuando una persona de la Luna o un colonizador espacial entran a una nave espacial, se encuentra en un lugar más pequeño que casita pero, en los demás aspectos, es lo mismo. No tiene que cambiar puntos de vista.

Una persona de la Luna o un colonizador espacial está mejor preparado fisiológicamente y (todavía más importante) psicológicamente para el largo viaje a Marte. Y, al haber sido lanzados desde una base de poca gravedad (posiblemente una microgravedad), habrá menos necesidad de combustible, lo que dejará más espacio para zonas de control y habitación.

Marte será el primer mundo al que llegará la humanidad (que no sea la Tierra misma) que contendrá cantidades importantes de los elementos ligeros carbono, nitrógeno e hidrógeno. Esto podría hacer que las colonias y la Luna se independizaran económicamente de la Tierra, si es que para esa época todavía no es posible que la gente de la Luna y las colonias hayan desarrollado técnicas que le darían la posibilidad de capturar al paso pequeños cometas, de vez en cuando, no lejos del sistema Tierra-Luna. Estos serían importantes reservas de elementos ligeros.

Una vez bien establecida en Marte, la humanidad se extenderá hacia afuera del cinturón de asteroides, donde existen cien mil mundos relativamente pequeños, muchos de los cuales (¿la mayor parte?, ¿todos?) pueden ser utilizados para colonias o usados para más operaciones mineras.

Y estas colonias en los asteroides, una vez equipada con mecanismos de propulsión, pueden conducirse por sí mismas hacia las enormes vastedades del Sistema Solar externo, o aún más allá. Nadie que esté haciendo estos largos viajes tendría conciencia de haber abandonado el hogar, ya que todos llevarían su casa consigo y la humanidad avanzaría en la lenta, lenta exploración y colonización de la Vía Láctea por medio de un proceso muy parecido al de las semillas que el viento lanza fuera del diente de león.

5
Aventura en el espacio

La Era Espacial ya tiene treinta años de edad. En todo tiempo hemos progresado desde la colocación de satélites primitivos en órbita hasta el lanzamiento de otros más complejos para estudiar a la Tierra y al cielo, satélites que ayudan en la navegación, predicción del tiempo, o son repetidores de comunicación.

Los hombres han estado en orbita y seis cohetes por separado han aterrizado en la Luna con seres humanos. Sondas de larga distancia han fotografiado todos los planetas desde Mercurio a Urano, y aparatos hechos por el hombre se han posado en el suelo de Venus y Marte.

¿Hemos hecho todo lo que podemos? ¿Se ha terminado la aventura?

Por supuesto que no. Si somos serios respecto a nuestros esfuerzos para llevar seres humanos y extender el conocimiento más allá de la superficie de la Tierra, y todavía más allá de la Luna, tenemos un Universo increíblemente grande que nos atrae con sus llamados.

No podemos quedarnos para siempre en el sistema Tierra-Luna. Más allá está Marte.

I

De todos los mundos del sistema solar, Marte es el más parecido a la Tierra. Ahora bien, sería más fácil explorarlo que a la Luna. Marte tiene un período de rotación parecido al de la Tierra, no un día y una noche de dos semanas cada uno, como la Luna. Tiene alguna atmósfera y agua, en tanto que la Luna no. Tiene una gravedad en la superficie de sólo el 40 por ciento de la que existe en la Tierra, pero aún así es 250 por ciento tan poderosa como la de la Luna. La atmósfera de Marte proporciona cierta protección en contra de meteoritos y radiaciones, y en cualquier caso, está más lejos del Sol y, por lo tanto, menos sujeto a sus radiaciones que la Luna.

¿Desventajas? Pues bien, sí, Marte, aun en su punto más cercano, está 140 veces más lejos de nosotros que la Luna. En cuanto a que un viaje en cohete a la Luna necesita tres días, uno a Marte necesitaría muchos meses. La atmósfera de Marte no tan sólo es demasiado ligera para respirar, no tiene oxígeno. Lo que es más, se trata de un mundo frío, con temperaturas tan bajas, o más, que en la Antártida.

Aún así, los astronautas con sus trajes espaciales fácilmente podrían recorrer mundos como éstos. Y al construir una estructura hermética bajo la superficie, podrían quedarse allá durante períodos largos.

Con toda seguridad la aventura del espacio no se logra sin costo; ninguna aventura es gratis. El desastre del Challenger descorazonó a Estados Unidos; durante año y medio hasta ahora su programa se ha detenido. Puede conseguir que los estadounidenses se vuelvan más precavidos en el futuro previsible, respecto a proyectos difíciles.

Sin embargo existe otra nación muy interesada en la dramática exploración espacial, y es la Unión Soviética. También ellos han tenido algunos fracasos fatales, pero parece que son más estoicos que nosotros.

De cualquier modo, están planeando programas importantes relacionados con Marte. Tienen gigantescas plataformas equipadas para lanzar al espacio objetos más grandes de lo que ellos o Estados Unidos alguna vez hayan manejado y, si todo sale según el itinerario, tienen planes para lanzar una nave sin tripulación hacia Marte en junio de 1988.

La tripulación necesitará cuatrocientos días para llegar a las cercanías de Marte, pero este planeta no será el objetivo real. Será Fobos, el pequeño satélite marciano. Se trata de un pequeño mundo, saturado de cráteres, de unos veinticinco kilómetros de extremo a extremo.

¿Por qué molestarse con este pequeño mundo cuando Marte está disponible? Se debe a que, casi seguramente, Fobos es un asteroide capturado, de composición muy diferente a la de Marte. En tanto que este planeta es un mundo "iluminado" de rocas oxidadas, Fobos es muy oscuro, probablemente como ciertos meteoritos llamados "condritos carbonosos" que de vez en cuando caen en la Tierra. Esto significa que puede contener agua y materiales orgánicos que pueden darnos una pista de cómo se originaron los químicos

más sencillos en la Tierra, hace cuatro mil millones de años, sustancias que condujeron al desarrollo de la vida.

Los soviéticos tienen planes de pasar a menos de cincuenta metros del pequeño Fobos y dejar caer una sonda sobre la superficie. Después, durante los años 1990s, ellos mismos tienen la esperanza de colocar "vagabundos" en Marte que al principio se desplazarán distancias aproximadas de treinta kilómetros. Posteriormente, modelos más avanzados se desplazaran varios cientos de kilómetros. De esta forma los científicos podrían, dentro de los límites, dirigir los exploradores en dirección de los objetos que parecieran tener interés particular. No tendrían que seguirse apoyando en la "suerte del aterrizaje" para determinar qué podrían encontrar y estudiar.

Los soviéticos no se están limitando a la superficie de Marte. También se están entregando a soñar en investigaciones tridimensionales. Podría ser posible diseñar globos ligeros que puedan ser soportados hasta por la tenue atmósfera marciana. Los vientos de Marte podrían conducirlos miles de kilómetros, de tal forma que enviarían panoramas interminables de los paisajes marcianos. También existe la posibilidad de que aterricen pequeñas máquinas excavadoras que podrían penetrar de dieciocho a treinta metros bajo la superficie y darnos un nuevo tipo de información respecto al planeta. Hacia finales de los 1990s los soviéticos inclusive tienen la esperanza de enviar sondas que puedan traer a la Tierra muestras de las rocas marcianas.

Por supuesto que tan sólo se trata de planes, y hay muchas cosas que pueden salir mal (Y muchas cosas han salido mal. Fallaron las primeras dos sondas). Desarrollos económicos y políticos sobre la Tierra pueden forzar a que la Unión Soviética atrase los proyectos —o puede fallar algún lanzamiento— o pueden presentarse tropiezos inesperados en algunos componentes clave de las sondas.

Sin embargo, en mi opinión sería prudente para Estados Unidos (y también para todas las naciones) cooperar en proyectos tan importantes. Si lo hacemos serán menos caros para cualquier nación sola. Y cualquier parte exitosa del programa puede dar a cualquiera de las naciones participantes un sentimiento de orgullo, contribuyendo así a una mayor cooperación y amistad que, en este peligroso mundo, necesitamos desesperadamente.

De hecho, sobre una base global podría ser posible enviar una expedición *tripulada* conjunta a Marte. Sería la mayor aventura en el horizonte inmediato.

II

Más allá de Marte se encuentra Júpiter. Se trata del gigante de nuestro sistema planetario. Aproximadamente el 70 por ciento de todo la masa planetaria que gira alrededor del Sol se concentra en este planeta.

Júpiter tiene un tamaño de once veces el diámetro de la Tierra y una masa aproximada de 318 veces a la de ésta. Se encuentra a cinco veces de distancia del Sol en comparación con nuestro planeta y su composición es totalmente diferente. En lugar de ser un mundo rocoso con centro metálico consiste, en su mayor parte, de dos átomos de los más sencillos: los gases hidrógenos y helio. Por este motivo Júpiter y los planetas parecidos reciben el nombre de "gigantes gaseosos".

Un mundo tan grande, tan lejos del Sol y de una composición tan diferente, está destinado a sorprender en muchos aspectos; los astrónomos arden en deseos de descubrir todo lo que puedan respecto a él. Júpiter tiene una capa de nubes que marca su superficie visible, además de que lo desgarran monstruosas tormentas. Vemos a la más grande de estas tormentas como la "Gran Mancha Roja", un gigantesco tornado que ha estado girando durante siglos y es tan grande que toda la Tierra podría caer dentro de su embudo sin tocarlo. Júpiter también tiene un enorme campo magnético que hace que el espacio que lo rodea sea mortífero en más de un millón y medio de kilómetros. Para hacer el lugar todavía menos hospitalario existe un anillo de trozos, invisible desde la Tierra, que rodea al Ecuador. Se trata de fenómenos fascinantes, y pueden encontrarse más en cada uno de los cuatro grandes satélites del planeta.

Tan sólo en los últimos doce años, gracias a cohetes sonda, aprendimos la mayoría de los detalles que conocemos respecto a Júpiter. ¿No es suficiente? ¿Qué más se puede aprender?

Estaba planeada una sonda llamada Galileo (desafortunadamente se ha retrasado indefinidamente por el desastre del Challenger) que debería hacer mucho más que lo que ya había hecho las sondas anteriores. Proporcionaría datos de las cercanías de Júpiter, pero no durante algunas semanas, como las primeras sondas, sino durante casi dos años. *Galileo* aprovecharía la fuerza gravitatoria de los satélites para moverse en diferentes órbitas respecto a Júpiter y, en el proceso, se acercaría más a los satélites. En algunos casos hasta rozaría a mil quinientos kilómetros o menos.

Galileo podría estudiar el glaciar que cubre a Europa, los volcanes activos de Io, los cráteres de Ganímedes y Calisto con mucho mayor detalle que las primeras sondas, en especial porque el sistema fotográfico de Galileo es superior a los de aquellas. Podrá distinguir objetos de tan sólo veinte metros, en tanto que las sondas anteriores sólo podían ver objetos de, por lo menos, cinco kilómetros.

Naturalmente, la sonda Galileo también estudiaría al mismo Júpiter. En particular dejaría caer un paquete de instrumentos a través de la superficie nubosa visible, dentro de la atmósfera de Júpiter. Sería la primera vez que un objeto hecho por el hombre entraría a la atmósfera de un gigante gaseoso. Por supuesto que este paquete seguiría cayendo durante mucho tiempo porque la atmósfera tiene miles de kilómetros de espesor. Ni siquiera podemos estar seguros de que exista alguna superficie líquida o sólida en algún lugar bajo las nubes, aunque quizá podamos definir este asunto una vez que obtengamos la información que nos envíe este paquete.

Sin embargo, al mismo tiempo que el paquete se deslice, la temperatura y presión de la atmósfera se elevarán constantemente. A poco menos de su desaparición a través de las nubes probablemente será aplastado y derretido hasta la inutilidad. Sin embargo, durante esa hora o tiempo aproximado, habrá enviado información imposible de valorar concerniente a temperaturas y presiones de la parte más externa de la atmósfera joviana, así como de su composición química.

Sin duda alguna, si todo sale bien, podríamos obtener más información respecto a Júpiter y sistema de satélites durante los casi dos años que Galileo estaría activo, que en toda la historia anterior.

Da la casualidad que se piensa que Júpiter tiene la misma supuesta composición que tenía el Sol cuando se formó. Por lo tanto, podría ser que la información que Galileo enviara a la Tierra nos pudiera dar la posibilidad de que comprendiéramos más aspectos del Sol, o hasta de la formación del mismo Sistema Solar.

Además, como bonificación, podría ser que Galileo, al pasar por el cinturón de asteroides camino a Júpiter, pudiera seguir una ruta que le hiciera pasar cerca de un gran asteroide llamado Anfitrite. Sería la primera oportunidad que los astrónomos tendrían para ver a un asteroide a poca distancia.

III

Más allá de Júpiter existen planetas todavía más distantes y, también, están siendo explorados. La sonda planetaria Voyager 2 ha fotografiado a Saturno y Urano, y ahora se dirige hacia Neptuno, —el planeta conocido más lejano— al que llegará en un par de años. En la época en que la sonda le pida a Neptuno que mire a la cámara, habrá estado cruzando por todo el espacio durante más de un decenio.

Después de abandonar Neptuno, el Voyager 2 continuará adelante indefinidamente, más allá de los planetas conocidos y a través del vacío interestelar. Por supuesto que, hasta allá, no tendrá ningún propósito. No será nada más que un vagabundo.

Sin embargo, los astrónomos reflexionan sobre la posibilidad de lanzar una sonda que sería útil aún después de que pasara más allá del último planeta. Esta sonda abandonaría la Tierra a una velocidad comparativamente baja y contendría como dieciocho toneladas de xenón congelado (un gas raro que se encuentra en la atmósfera terrestre). Este gas se calentaría hasta que sus átomos se descompusieran en fragmentos con carga eléctrica (iones). Los iones podrían ser expulsados violentamente, poco a poco, de tal forma que la sonda se aceleraría lentamente en dirección opuesta durante un período de diez años.

AI final de la aceleración de diez años, el xenón se habría consumido, pero para esa época la sonda se estaría moviendo a una velocidad de 360,000 kilómetros por hora, o cien kilómetros por segundo. Entonces

estaría a unos 9,500 millones de kilómetros de la Tierra, más del doble de la distancia de aquel pequeño y distante planeta llamado Plutón.

En dicho punto, la sonda se desharía de los tanques de combustible y ella misma, con una masa de un poco más de cincuenta mil kilómetros, continuaría desplazándose hacia afuera durante otros cuarenta años hasta que estuviera a unos 160,000 millones de kilómetros de distancia del Sol. Se trata de más de mil veces más lejos del Sol que nosotros.

A bordo, la sonda tendrá un gran telescopio. Su función: enviarnos imágenes de las estrellas, tomadas cada vez más lejos de nosotros, hasta que tomen las últimas fotografías a 163,000 millones de kilómetros. Después de esto, una vez que se haya terminado el aprovisionamiento de energía de la sonda, continuaría hacia adelante indefinida e inútilmente.

¿Rara qué nos servirán tales fotografías tan distantes de las estrellas?

Cuando se les ve desde diferentes lugares, las más cercanas parecen cambiar de posición en comparación con las más lejanas. Este cambio se llama "paralaje". Mientras mayor sea el cambio más cerca está la estrella. Al medir el tamaño del cambio, podemos calcular la distancia de la estrella.

Desafortunadamente aún las estrellas más cercanas están tan lejos que el cambio de posición es excesivamente pequeño aunque cambiemos nuestra posición tanto como sea posible. Por ejemplo, podemos tomar fotografías de las estrellas cuando la Tierra está en un punto particular de su órbita y, después, una vez más cuando está en el extremo opuesto de dicha órbita y, después, una vez más cuando está en el extremo opuesto de dicha órbita. Estos dos puntos están separados por trescientos millones de kilómetros.

Tal diferencia en la posición nos da la posibilidad de medir la distancia de las estrellas hasta valores de unos cien años luz (novecientos millones de millones de kilómetros). Estas distancias sirven como base para el cálculo de las distancias de objetos todavía más distantes por medio de métodos todavía menos seguros.

Las fotografías de las estrellas que nos envíe la sonda de largo alcance las mostrará a una distancia de nosotros que será quinientas veces más grande que el ancho máximo de la órbita terrestre. Al comparar las imágenes distantes con las que obtenemos de la Tierra veremos cambios más grandes de los paralajes y podremos medir con precisión las distancias de objetos de hasta cincuenta mil años luz de distancia. Como resultado aumentará enormemente la precisión de nuestro conocimiento de las dimensiones del Universo.

Por supuesto, cincuenta años es mucho tiempo de espera, y no podemos suponer que mucha de la gente presente durante el lanzamiento todavía esté viva cuando lleguen las fotos finales. Sin embargo, en el pasado la humanidad ha tenido el deseo de esperar durante siglos para que se terminaran los grandes proyectos, por ejemplo, las catedrales medievales. Esta es una catedral de otro tipo y la espera valdrá la pena.

IV

Hasta una sonda que se aleja 260 millones de kilómetros del Sol está todavía a 1/270 de la distancia hacia la estrella más cercana. Llegar, aunque sea, a la estrella más cercana puede necesitar perfectamente el tiempo que dura una vida, y es poco probable que haya quien viva lo suficiente para realizar un viaje redondo. Este viaje podría necesitar casi ochenta años, aún si fuéramos a utilizar métodos avanzados de propulsión que todavía no tenemos.

Sin embargo, podría ser que llegara el tiempo, en un futuro cercano, en el que se ubiquen "colonias espaciales" en la órbita de la Luna, y quizá hasta entre los asteroides.

¿No podría darse el caso de que algunas de estas colonias, al utilizar avanzados métodos de propulsión, se "soltaran" y se permitieran a sí mismas retirarse indefinidamente del Sol? Podrían usar a la fusión controlada como fuente de energía y recoger almacenes adicionales de combustible de los cometas que pasaran.

Cualquier colonia flotante sería una "astronave" y quizá llevaría diez mil o más seres humanos. Sería un pequeño mundo en sí mismo y no estaría solo, ya que no habría abandonado el hogar. Llevaría la "casa" consigo.

Generación tras generación podría vivir en tal mundo al mismo tiempo que viajara a través del espacio durante miles de años antes de llegar a otros mundos que giren alrededor de otros soles, mundos que podrían

explorar y hasta colonizar. Quizá podrían encontrarse con otros seres inteligentes con quienes podrían intercambiar información antes de seguir adelante en búsqueda de mundos apropiados sin inteligencias nativas.

De esta forma los seres humanos colonizarían —lenta pero inexorablemente— toda la Vía Láctea, hasta todo el Universo si le conceden suficientes millones de años.

¡Colonizar al Universo! ¡Esa sería la aventura última!

6
Los vuelos distantes

Creo que nuestro objetivo debería ser sacar a la gente del asunto espacial. De verdad, no estamos hechos para eso. Vivimos una vida anormal, prendidos de lo que queda fuera de nuestra nave Tierra. Una gravedad constante nos mima, al igual que una ecología tan grande que no somos conscientes del reciclaje del aire, alimentos ni agua.

El resultado es que una estación espacial o una nave ordinaria es, para nosotros, un territorio ajeno. Es muy difícil vivir en unas habitaciones tan estrechas dentro del casco, con una gravedad anormal y un riguroso reciclaje de todos los artículos de primera necesidad.

Por supuesto podemos ir a la Luna; el viaje redondo dura menos de una semana. Y podemos quedarnos en el espacio, un año por lo menos, siempre y cuando estemos lo suficientemente cerca de la Tierra para estar en contacto y contar con un rescate en caso de emergencia.

Entonces, ¿qué pasa con los vuelos distantes? ¿Vuelos a Marte y más allá? De verdad no nos sienta bien, y no tengo la seguridad de que podamos realizarlos. Entonces, ¿qué hacemos?

He aquí mi sugerencia: me gustaría que nos concentráramos en el sistema Tierra-Luna durante un tiempo. Construyamos estaciones espaciales en órbita alrededor de la Tierra, también estaciones mineras en la Luna. Construyamos observatorios, laboratorios y hasta fábricas en el espacio entre nosotros y la Luna. Construyamos hasta colonias espaciales en las que miles de seres humanos pueden vivir en medios parecidos a la Tierra (a pesar de la pseudo gravedad inducida por rotación de la colonia, que podría producir algunos efectos no terrestres)

Quizá necesitemos un siglo de trabajo intenso y esfuerzo concentrado, pero cuando nos acerquemos al año 2100 debemos tener una sociedad que funcione perfectamente en el espacio, basada en el sistema Tierra-Luna. Estará obteniendo energía del Sol y materiales (a excepción del carbono, hidrógeno y nitrógeno) de la Luna. Las colonias estarán exportando alimentos y energía a la Tierra y supervisarán las fábricas que estarán aprovechando las propiedades que ofrece el espacio.

Lo que es más, los colonizadores espaciales tendrán un medio ambiente apropiado para el vuelo espacial. No tan sólo estarán acostumbrados al espacio sino que estarán viviendo en lo que podría considerarse una gran nave espacial. Vivirán en interiores, estarán sujetos a una gravitación variable, y serán conscientes de un estricto reciclaje de aire, alimentos y agua.

Pueden pasarse a una nave más pequeña y partir a viajes largos. Psicológicamente estarán acostumbrados, a diferencia de la gente de la Tierra. No experimentarán el radical cambio en el medio de una nave espacial, como nosotros.

Entonces, los colonizadores espaciales serán los nuevos fenicios, vikingos y polinesios: los grandes navegantes del futuro. Serán ellos los que lleguen a Marte, los asteroides, los muchos cuerpos más pequeños en las vastas extensiones del Sistema Solar exterior.

No nosotros. No la gente de la Tierra con nuestro sistema anormal de vida que nos ata y nos aprisiona.

7
El teléfono en el espacio.

En la opereta Princesa Ida, de Gilbert y Sullivan, los tres jóvenes héroes se burlan de la empeñosa princesa que ha fundado un colegio para la mujer. Hacen una lista de los avanzados planes que tienen ellas, y las primeras palabras de su canción dicen:

Intentan enviar un cable a la Luna… a la Luna…

Por supuesto, no podemos. Por cuatro razones es por demás impráctico poner cables hasta la Luna para comunicaciones telegráficas:

1.- un cable razonable que vaya de la Tierra a la Luna pesaría como un millón de toneladas, el costo y esfuerzo de manipular tal cable superaría cualquier ventaja que pudiera traer.

2.- la distancia entre la Tierra y la Luna varía, cada mes, de 355,000 a 400,000 kilómetros. Si el cable fuera lo suficientemente largo para llegar a la Luna cuando se encuentra a mayor distancia, en las siguientes dos semanas colgaría hasta la Tierra un cable de más de 50,000 kilómetros.

3.- las superficies de la Luna y la Tierra están en movimiento relativo entre sí. La Tierra gira sobre sí cada veinticuatro horas, de tal forma que el cable tendría que hacer un contacto corredizo con la superficie de la Tierra, y su rastreo tendría que rodear el planeta.

4. podemos comunicarnos con la Luna, y no necesitamos un cable para este propósito. Utilizamos ondas de radio.

Pero ahora, pensemos en la Luna misma. Suponga que llegue el día en que hayamos establecido una serie de bases en la Luna y, en efecto, la hayamos colonizado. Tenemos ciudades en crecimiento que están cubiertas por una cúpula —o mejor aún, bajo la superficie— y cada una de ellas es autosuficiente respecto a su propia atmósfera, almacenamiento de agua, fuentes de energía, aprovisionamiento de alimentos, etcétera. ¿Cómo se comunicarían?

Por supuesto que habrá radio, pero suponga que usted quiere comunicación por cable para que sea privada, para transportar una mayor densidad de mensajes, por la variedad de usos que nos daría.

De cierta manera, sería bastante más fácil cablear a la Luna que a la Tierra. La superficie de la Luna tiene un área de unos 39, 000,000 de kilómetros cuadrados, superficie casi igual a la de Norte y Sudamérica juntas. Sin embargo, no tiene ríos ni océanos que obstaculicen el tendido de los cables. Se trata de un área 100 por ciento seca. Naturalmente, tiene montañas, pero con una gravedad en superficie de tan sólo una sexta parte de la que existe en la Tierra, de ninguna manera forman las barreras que constituirían en nuestro planeta. Además, sobre la Luna no hay superficies de hielo, tormentas ni mal tiempo en el sentido ordinario. Con toda seguridad existen temperaturas extremas de frío y calor, con la superficie que se calienta hasta el punto de ebullición del agua a la mitad de su día de dos semanas, y que se enfría a niveles sub antárticos al final de su noche de dos semanas. Sin embargo, estas temperaturas son, tan sólo, fenómenos en la superficie.

Podemos imaginar el tendido de cables durante la noche (es más fácil conservar el calor en medio del frío que conservarse fresco en medio del calor), y se les tendería a unos cuantos pies bajo la superficie, donde la temperatura siempre es constante. Así quedarían protegidas de las temperaturas extremas, de las radiaciones solares, y hasta de los granos de polvo y arena que siempre están bombardeando la superficie lunar por la ausencia de una atmósfera protectora (tampoco habría ninguna vida nativa que interfiriera, inconscientemente, con los cables; ni terremotos, ya que la Luna está tan muerta geológica como biológicamente).

Lo único que podría dañar la red sería el impacto de un meteorito grande, de los que hay pocos.

Si nos imaginamos un sistema telefónico lunar completamente computarizado y ajeno a la radio comunicación donde sea necesario, cada individuo en la Luna podría tener su propia longitud de onda y número telefónico. Al lograr contacto telefónico, usted se dirigiría a esa persona, no a un lugar. Usted daría en el blanco en cualquier parte donde la otra persona estuviera, suponiendo que quiere recibir mensajes. Además, no sería posible que nadie llegara a perderse, ya que una llamada de ayuda enviaría una longitud de onda característica que inmediatamente informaría al mundo dónde estaría la persona perdida y quién es.

Podría utilizarse plenamente todas las funciones subsidiarias de la red telefónica. Podrían combinarse con terminales de computadoras para que fuera posible obtener las noticias, hacer las compras, y todo lo relativo a todas las otras cosas que están planeadas para el futuro telefónico de la Tierra. Lo más importante de todo, las bibliotecas podrían estar completamente computarizadas y la educación se llevaría a cabo en casa, en donde cada uno de los seres humanos podría obtener información en cualquier campo de interés (vea mi ensayo "La Biblioteca Global Computarizada").

Todas estas cosas ya han sido predichas y, sin duda alguna, comenzarán a aplicarse en la Tierra mucho antes que en las colonias lunares. Pero en la Tierra avanzarán lentamente, pasando de las sociedades tecnológicamente avanzadas a las menos avanzadas, y dentro de cada sociedad de los prósperos a los desposeídos. La Luna, aunque tenga un inicio tardío, tendrá menos población y una sociedad más homogénea, una sociedad que —para comenzar— estará más nivelada respecto a su alta tecnología, Por lo tanto, es concebible que la Luna superará a la Tierra, como Estados Unidos —entre 1800 y 1920— superó a Europa. Para el año 2100 la Luna podría estar bastante avanzada en el liderazgo tecnológico si la comparamos con la Tierra.

En algunos aspectos, Marte es preferible a la Luna. Es todavía más grande, con una superficie tres veces mayor y casi igual a la superficie seca de la Tierra. Aunque no tiene ríos ni océanos, tiene pequeños casquetes polares que pueden ser fácilmente evitados. Tiene una ligera (e irrespirable) atmósfera y tormentas de arena, pero está más lejos del Sol y no sufre de altas temperaturas. De hecho, su temperatura es más bien antártica pero, una vez más, tan sólo se trata de la superficie. Su fuerza de gravedad es 2.5 veces la de la Luna, pero aún así es de las dos quintas partes de la Tierra.

Debido a su distancia del sistema Tierra-Luna, sin duda alguna Marte irá retrasado durante mucho tiempo en términos de tecnología. Sin embargo, su tamaño más grande, su mayor provisión de elementos como carbono y nitrógeno, su menor exposición al calor, pueden —a la larga— hacer de ese planeta el mundo dominante de la alta tecnología humana.

Además de los tres grandes mundos —la Tierra, la Luna y Marte—, con toda seguridad habrá objetos subsidiarios ocupados por humanos, en especial en el sistema Tierra-Luna. Habrá estaciones espaciales girando alrededor de la Tierra en órbitas cercanas que servirán como plataformas desde donde se establecerá la base lunar. Estas plataformas pueden servir como laboratorios y observatorios, aprovechando las propiedades particulares del espacio. O podrían ser estaciones de energía solar, invernaderos automatizados para el cultivo de vegetales, fábricas de todos tipos, etc.

Todavía podría haber grandes colonias espaciales con medios ambientes artificiales muy parecidos al de la Tierra, cada una con capacidad para contener diez mil seres humanos. Probablemente estén en órbita lunar, a 60 grados antes de la Luna o 60 grados después. Estas son las posiciones llamadas "L4" y "L5" que, gravitacional mente, son estables.

Sin embargo, la duda surge respecto a la comunicación entre los mundos. En principio, el problema es el mismo que el de la comunicación barco-tierra, una combinación de ondas alámbricas y de radio. Ya las hemos visto funcionar, de cierto modo, cuando pudimos ver a los astronautas en la Luna, desde nuestras casas y "en vivo".

Sin embargo, existe un problema que ha sido invencible. La comunicación de cualquier tipo no puede tener lugar con mayor rapidez que la velocidad de la luz. Como es de 300,000 kilómetros por segundo, en la Tierra no representa ningún problema. Corrientes eléctricas y ondas de radio pueden cubrir la distancia de Nueva York a Tokio en —aproximadamente— una decimoctava parte de segundo, así como fácilmente podemos hablar entre estas dos ciudades.

Sin embargo, las ondas de radio necesitan 1.28 segundos para viajar de la Tierra a la Luna, y otros 1.28 segundos para volver. Esto significa que si usted está hablando con alguien en la Luna dirá "¡Hola!" y después tendrá que esperar dos y medio segundos para oír el "¡Hola!" de respuesta. Nada puede acortar este intervalo. Se trata de algo a lo que la gente, por fuerza, tendrá que acostumbrarse.

Existirá el mismo intervalo en una conversación entre gente que esté en la posición L4 y la Luna, o dicha posición y la Tierra. Si alguien en esta posición L4 quiere hablar con alguien en la posición L5 (están a

660,000 kilómetros de distancia), el viaje redondo para la comunicación es de 4.4 segundos, y nada podrá acortar, tampoco, este intervalo.

El problema real surgirá respecto a Marte. Cuando Marte y la Tierra se encuentran al mismo lado del Sol, a veces pueden acercarse hasta 56,000,000 de kilómetros. En este caso, Marte está a unas 150 veces la distancia de la Tierra en comparación con la Luna. La comunicación de cualquier tipo necesitará de tres a ocho minutos para ir de la Tierra a Marte, y un intervalo igual para volver. Una vez que usted haya hablado con un colono marciano, tendrá que esperar seis minutos y cuarto para que llegue la respuesta, y nada puede acortar tal intervalo.

Y se trata de la Tierra y Marte a su menor distancia. Cuando la Tierra y Marte están en los lados opuestos del Sol, podrían estar a una distancia de hasta 400,000,000 de kilómetros, y el tiempo entre la enunciación y la respuesta será de cuarenta y cinco minutos. De hecho, como el Sol estará entre los dos planetas y puede interferir, quizá la comunicación tenga que hacerse a través de satélites que rodeen al Sol a ángulos rectos respecto a las órbitas de la Tierra y Marte.

Con esto, el camino será más largo y la respuesta tardará todavía más. Seguramente, usted quizá tenga que esperar más de una hora para obtener respuesta.

Es este aspecto, esta situación empeorará más según vayamos alcanzando zonas del Sistema Solar más allá de Marte, y no nos ayudará ningún adelanto tecnológico concebible. Lo Siento.

8
La persona promedio como astronauta

¿Viajaremos en el espacio? ¿Para todos los que tengan boletos?

Todavía suena incómodamente improbable. Han pasado treinta y dos años desde que el hombre, por vez primera, lanzó un objeto en orbita alrededor de la Tierra, veinte desde que por primera vez los seres humanos caminaron por la Luna. No obstante, la persona promedio parece no haberse acercado nada a la posibilidad de ser un astronauta requerido.

También, aunque pudiéramos viajar por el espacio a nuestro arbitrio –con tan sólo comprar un boleto en el puerto espacial y despegar-, ¿a dónde iríamos?

El único objeto cercano en el espacio es la Luna. Tan sólo se necesitan tres días para llegar. Pero, francamente, una vez que usted haya visto un cráter y un paisaje lunares, ya habrá visto todo. No es nada más que una desolación sin aire ni agua.

¿Algún otro lado? Mercurio es como la Luna, con la única diferencia de ser mucho peor, si consideramos el calor y las radiaciones del cercano Sol. Y Venus, aunque bastante más lejos del Sol que Mercurio, todavía es más caliente y mucho peor: su atmósfera de bióxido de carbono es noventa veces más densa que la nuestra, su temperatura es lo suficientemente caliente como para derretir plomo, y sus nubes son ricas en ácido sulfúrico. En comparación, el Infierno del Dante es Palm Springs.

En la otra dirección, Marte es mejor que la Luna aunque no se trata exactamente de un lugar demasiado acogedor, pero en las circunstancias presentes está a unos nueve meses de distancia. Podemos ingeniarnos formas para llegar allá un poco más rápido, pero es difícil ver cómo es que Marte podría ser atractivo para que un visitante informal hiciera todo un viaje. En cuanto a cualquier cosa más lejos de Marte, significaría un viaje que duraría años.

Durante el vuelo podemos ver pasar un cometa o asteroide ocasionales, al atravesar el sistema Tierra-Luna pero, honestamente, no habría mucho que ver.

Entonces, ¿nos conformamos con dejar todo a los astronautas profesionales y a sondas sin tripulación?

¡Por supuesto que no! El espacio no se va a quedar como está, y la razón es el Trasbordador.

El Trasbordador es una nave espacial de uso repetido. Es un caballito de batalla, un camión para el vacío. Puede poner en órbita a seres humanos y material, para después volver por más. Con suficientes Transbordadores trabajando, con el tiempo podemos llevar suficiente material al espacio para ensamblar, digamos, una estación solar destinada a capturar energía solar, convertirla en microondas, y enviarla en un haz hacia la Tierra para su conversión en electricidad.

Significará una enorme inversión inicial, en especial porque necesitaremos docenas de dichas estaciones, pero la energía que capturemos rápidamente hará que el complejo sea, primero, autosuficiente y, segundo, enormemente productivo. Ni siquiera tendremos que recurrir a la Tierra en cuanto a metales ni otros materiales necesarios para construir estas estaciones. Gracias al Trasbordador y a sus sucesores —mejorados y más elaborados— podremos establecer una estación minera en la Luna.

El material lunar puede ser lanzado al espacio con "conductores de masa" (no es ciencia-ficción, sino dispositivos que usan el conocimiento electromagnético actual). En el espacio, el material lunar podrá ser convertido en suelo, concreto, vidrio y una variedad de metales.

En el espacio también se construirán observatorios y laboratorios para estudiar al universo y llevar a cabo experimentos que harán uso de las propiedades especiales del espacio: altas y bajas temperaturas, radiaciones, vacíos, ingravidez.

En cuanto a todo esto, en el espacio pueden construirse fábricas automatizadas de tal forma que la mayor parte de los procesos industriales terrestres más intrincados puedan subirse desde la superficie planetaria que contaminan hasta ponerlos en el espacio, donde nos ofrecerán los beneficios de la industrialización sin sus peligros (considerando lo que le sucedió al Skylab, podría ser bueno hacer énfasis en que todos éstos estarán en órbitas lo suficientemente altas para asegurar que permanezcan en el espacio durante muchos millones de años.)

Para poder construir y conservar todas estas estructuras espaciales seguramente será deseable construir colonias: mundos autosuficientes, quizá tan grandes que tengan varios kilómetros de circunferencia y con capacidad para sostener de diez mil a diez millones de personas.

Lo más probable es que estas colonias estén en la órbita lunar, ya sea a cuatrocientos millones de kilómetros adelante de ella durante su desplazamiento alrededor de la Tierra, o a cuatrocientos millones de kilómetros atrás, las dos posiciones más estables.

Entonces, si contemplamos al futuro hasta el año 2080, ya no veremos al espacio cercano como es ahora: la Tierra, una Luna vacía y nada más. A diferencia veremos una Luna ocupada y plena de actividad, con docenas de colonias espaciales que las preceden y la siguen, junto con cientos de estaciones de energía, observatorios, laboratorios y fábricas, todos en órbita entre la Tierra y la Luna.

¿De verdad sucederá todo esto?

Sí, así será, a menos que los seres humanos deliberadamente decidan no hacerlo, ya sea por miopía o falta de temple.

Habrá quienes, primero, querrán "resolver los problemas de la Tierra". Pero estos problemas serán insolubles mientras no salgamos al espacio. Estamos saturando a una Tierra agotada que ya no puede sostenernos. A menos que ampliemos nuestro alcance y recurramos a fuentes más allá de la Tierra sufriremos un colapso y la civilización languidecerá y morirá.

Pero aunque intentemos hacerlo, ¿lo lograremos en tan sólo cien años?

¡Sin duda alguna! Imagínese usted de vuelta en 1869, cuando la maravilla tecnológica más importante era el cable atlántico. Todavía faltaban diez años para la luz eléctrica, veinte para el automóvil, treinta y cinco para el avión. Pero si contamos desde 1869, cien años, tan sólo un siglo, vimos al hombre de pie en la Luna... y estos días nos estamos moviendo con mayor rapidez.

Entonces, si el mundo de 2080 es como yo lo preveo, seguramente la gente podrá ingresar a la astronáutica a voluntad (a reserva de que puedan hacer sus reservaciones en la nave espacial y conseguir un boleto).

Con energía solar del espacio tendremos suficiente electricidad para separar el agua en hidrógeno y oxígeno. Si se utiliza al hidrógeno como combustible, podrá combinarse con el oxígeno para volver a formar agua. Así funcionarán nuestras naves espaciales, y todo lo que usaremos será la luz del Sol, que durará miles de millones de años.

Y, ¿a dónde vamos?

Una vez que hayamos explotado y colonizado al espacio, no habrá escasez de destinos. La Luna ya no será un lugar desolado. Con toda seguridad no tendrá ni agua. Puede llegar el tiempo en que estará "formada como la Tierra" y será un mundo habitable, como nuestro planeta... aunque probablemente no para el año 2080.

Pero, aún sin aire ni agua, será una estación minera en actividad. Turistas, en grandes vehículos terrestres cerrados, podrán ser llevados sobre la superficie lunar para que vean las minas, la maquinaria automatizada en acción, los conductores de masa.

Sin duda alguna habrá buenos hoteles bajo la superficie lunar, donde los turistas podrán estar plenamente cómodos en un medio que reproduzca hasta el más mínimo detalle al de la Tierra, hasta con vistes del planeta proyectadas en "ventanas", pero habrá una diferencia en la gravitación. La gravedad de la superficie de la Luna es, tan sólo, la sexta parte de la que existe en la Tierra y pasará mucho, mucho tiempo antes de que pueda hacerse algo al respecto. Quizá no pueda hacerse nada.

Pero la baja gravedad no es necesariamente mala, en especial si usted es visitante y está sujeto temporalmente a ella. Habrá instalaciones para hacer ejercicio en los cuales la gimnasia podrá adoptar una belleza nueva y extraña: la gente podrá mecerse con mayor lentitud formando arcos plenos de gracia, los trapecistas podrán realizar más giros, y los bailarines de ballet podrán realizar saltos más espectaculares.

En cierto sentido, todo mundo viviría en cámara lenta.

Aun así el visitante no puede, ni se atreve, a hacer demasiadas cosas en demasiado poco tiempo. Se debe aprender a manipular objetos y al propio cuerpo en un ambiente de poca gravedad. El peso disminuye pero la masa no, y el espejismo de la ligereza no evitará que usted corra el riesgo de fracturarse el tobillo si cae en mala posición.

Por supuesto habrá sesiones de instrucción que estarán bien concurridas porque en la Tierra no habrá nada parecido. El sencillo acto de un baile de salón podrá adoptar alusiones gimnásticas que, sencillamente, no podrán imitarse en la Tierra. Aunque en medio de poca gravedad podría parecer una tentación para dejarse llevar a no usar los músculos, la mera diversión podría hacer que la gente, de verdad, se animara a perder peso y reafirmar sus músculos.

Puede llegar el tiempo en que el slogan de la gente bonita del siglo veintiuno sea: "Póngase en forma en la Luna".

La Luna no será el único destino. Sin duda habrá una corriente continua de visitantes a las fábricas automatizadas (o laboratorios, u observatorios) del futuro, en donde sistemas de guías automatizadas conducirán a la gente a través de cavernas sin aire en donde tendrán lugar todas las operaciones silenciosas, desde la llegada de materias primas de la Luna, o componentes terminados de alto grado de elaboración de las colonias espaciales (ya que la maquinaria debe recibir mantenimiento y reparaciones), hasta que se carguen los productos a grandes transbordadores para su entrega en la Tierra, todo sin que intervengan el toque de manos humanas, pero bajo cuidadosa supervisión por medio de un circuito cerrado de televisión tridimensional.

No obstante, sin duda alguna la *piéce de résistance* de todas las aventuras espaciales para los viajeros de la tierra serán las mismas colonias espaciales.

Para 2080 probablemente habrá docenas de ellas tanto precediéndola como siguiéndola, y alojarán a la gente ocupada del futuro. Los colonizadores espaciales estarán controlando las operaciones mineras en la Luna y harán que funcionen las instalaciones turísticas del satélite. Son ellos quienes construirán y automatizarán las fábricas, laboratorios y observatorios en órbita. Serán ellos quienes construyan las nuevas colonias espaciales.

Cada colonia espacial diferente será como una isla diferente en el océano. Cada una seguirá sus propios caminos, su propia cultura, su propio "sentimiento".

Una colonia espacial podrá ser diseñada para imitar a la Tierra en su interior metálico en cualquiera de una miríada de diferentes formas para ajustarse a los gustos de los colonizadores iniciales. Una podría ser un trozo de un suburbio estadounidense, otra un paisaje holandés, o africano, o español... diferentes idiomas, costumbres, actitudes y diversiones.

Para la humanidad será una delicia que estos pequeños y aislados mundos añadan lo suyo a la diversidad de la cultura humana, y por lo tanto al interés, estímulo y espíritu aventurero de los viajeros.

Sin duda alguna, diferente gente de la Tierra tendrá sus colonias favoritas, pero siempre habrá interés en probar nuevas cocinas, ritmos musicales o paisajes (ya que aunque una colonia esté a unas cuantas millas de otras, habrá lugar para perspectivas).

Las colonias espaciales estarán girando de tal forma que el efecto centrífugo sobre la superficie interna proporcionará el sentimiento de la gravedad terrena. A través de persianas se ajustará el reflejo de la luz solar que se reciba en espejos para dar una sucesión terrena de día y noche. De una u otra forma el paisaje será terrestre. Sin embargo, las cosas no serán *demasiado* terrestres.

Sin que importe cuál sea la geometría de la colonia espacial —cilíndrica, esférica, toroidal, o cualquiera otra— siempre habrá lugares en los que la fuerza de gravedad será menos que la de la Tierra.

No será la sexta parte forzosa de la superficie de la Luna. Puede ser cualquiera, si usted elige cuidadosamente su posición, de 1 (normal en la Tierra) a 0. Eso significa que en cualquier colonial espacial habrá lugares en donde usted puede superar la gimnasia lunar posible.

Es muy posible que deliberadamente se diseñen algunas colonias para ofrecer grandes áreas de superficie en donde se construyan montañas (de tamaño natural) para el sólo placer de escalarías. Aquí habrán desaparecido algunas de las incomodidades. En la colonia espacial cerrada habrá aire en todas partes con una densidad casi constante, de tal forma que mientras usted escala su montaña no estará sujeto a los peligros del aire enrarecido ni, si se da el caso, de las bajas temperaturas. Además, si la montaña está colocada apropiadamente, mientras más suba, será menor la gravitación y será más fácil seguir escalando.

Por otra parte, una caída podría llevarlo a zonas de mayor gravitación, así que la muerte podría ser consecuencia de descuido o accidente (presumiblemente, el verdadero montañista no querrá que desaparezca del todo el sabor del peligro).

También podrá haber grandes áreas de superficie razonablemente planas pero donde el efecto gravitacional sea, virtualmente, de cero. Aquí sería posible usar fuertes membranas de plástico extendidas sobre una estructura ligera de varillas flexibles de plástico, como "alas", de tal forma que usted podría volar. No sería como el vuelo que se da sentado en una máquina; sería el vuelo personal por medio del uso de los músculos de los brazos para la propulsión y de las piernas para la dirección.

No sería tan fácil como suena porque manejar las alas sería —por lo menos— tan difícil como aprender a andar en bicicleta, pero quizá no más difícil, si usted no está interesado en más que en dar unos alazos por el aire. Para llegar a ser un experto, para subir y dejarse caer, para planear y cambiar de dirección con facilidad natural, se necesitaría —como cualquier otra cosa— considerable práctica.

El viaje espacial, en sí mismo, adquiriría nuevas dimensiones una vez que usted estuviera en una colonia. En la Tierra existe el problema de alejarse de un campo gravitacional importante. Para esto se necesita una máquina poderosa y una aceleración incómoda.

Las colonias espaciales, en sí mismas, están firmemente asidas por la gravedad de la Tierra, pero debido a que están en órbita y, por lo tanto, en "caída libre", no la sienten. Sin embargo, la fuerza de la gravedad de las mismas colonias es — virtualmente— de cero y si usted está viajando de colonia a colonia, y se mantiene casi a la misma distancia de la Tierra, casi no necesitará energía.

El alejamiento de una colonia espacial no requerirá un efecto mayor que el de un bote de remos que se retira de un muelle, igual que detenerse en otra colonia espacial. Entre una y otra habrá un período de la mayor calma posible, rodeada de toda la ilimitada vastedad del espacio. Probablemente los colonizadores espaciales serán timoneles confirmados de yates, y seguramente la gente de la tierra estará encantada con la aventura.

También habrá peligro. Tendrá que haber reportes referentes al tiempo. No, no habrá huracanes ni mareas gigantescas, pero está el Sol, fuente de derrames de partículas subatómicas cargadas en todas direcciones: el viento solar. Comúnmente el viento solar no es peligroso, pero el Sol tiene tormentas. De vez en cuando aparecen "flamas" en su superficie que dejan escapar corrientes de veloces partículas con energía suficiente, a veces, para alcanzar el rango de rayo cósmico. Si estas corrientes se dirigen a la Tierra, el viento solar normal se convierte en una ráfaga o ventarrón temporal. Usted no lo sentirá, no sabrá que está ahí, pero podría dañar fatalmente a su cuerpo.

Un yate espacial ligero no estará suficientemente protegido en contra de estas flamas, pero para 2080 ya sabremos lo suficiente respecto al Sol para poder predecir su conducta mucho mejor que ahora. Cuando se proyecta una tormenta en el viento solar, los yates espaciales desaparecerán por un tiempo hasta que pase.

Y por supuesto llegara el tiempo, no mucho después de 2080, en que las colonias espaciales se sentirán saturadas y harán planes para llegar y colonizar a las extensiones bastamente más amplias (y más seguras, porque están más distantes del Sol) del cinturón de asteroides.

Pero ésto se dará después del siglo venidero y está más allá del alcance de este artículo.

9
¿Otra vida inteligente?

La gente a lo largo de la historia generalmente ha supuesto que, si existieran otros mundos, cada uno de ellos tendría vida inteligente, vida que generalmente tiene apariencia humana.

Por ejemplo, en el siglo 2 d.c., el escritor sirio Lucian de Samosata escribió el primer idilio interplanetario que conocemos. Cuenta de un nave que fue llevada hasta la Luna por una tromba marina ¿la Luna estaba habitada por seres inteligentes parecidos a los humanos? Apueste a que sí, y también estaban en guerra. Sus enemigos eran los seres inteligentes del Sol, y la ocasión de la reyerta residía en las conflictivas ambiciones respecto a la colonización de Venus.

No fue sino hasta los años 1600 y la llegada del telescopio cuando los astrónomos pudieron mostrar, con bastante definición, que la Luna carecía de aire y agua, por lo que no podría alojar ningún tipo de vida. Fue la primera vez que se presentó el concepto de "mundo muerto".

Más descubrimientos astronómicos demostraron, finalmente y más allá de toda duda, que la Tierra era el único mundo del Sistema Solar que alojaba vida, sin que importe qué tan simple, ya no digamos vida inteligente.

Pero, ¿qué sucede con los vastos espacios fuera de nuestro Sistema Solar? Después de todo el Sol nada más es una estrella, y existen números increíbles de otras estrellas. ¿No podría haber vida, aún inteligente, asociada con algunas de ellas? No tenemos ninguna prueba, pero quizá podamos agotar las posibilidades. Hagamos el intento.

En primer lugar, podemos preguntar cuántas estrellas hay en el universo. Entonces podremos tener cierta idea de cuántos posibles lugares hay en donde podría haberse desarrollado vida inteligente.

Las estrellas están reunidas en grandes grupos llamados "galaxias". Nuestro Sol forma parte de la galaxia Vía Láctea pero hay otras. Algunas son enormes conjuntos de un billón (1,000,000,000,000) de estrellas, y algunas son "enanas" que nada más tienen cinco mil millones (5,000,000,000) de estrellas. La galaxia Vía Láctea está en alguna parte entre éstas dos. Ella y las cercanas Nubes de Magallanes (sus pequeñas galaxias satélites) contienen un total de 140 mil millones (140,000,000,000) de estrellas.

No sabemos cuántas galaxias hay en totalidad. Nuestros mejores telescopios pueden detectar cientos de millones, pero debe haber muchas otras que todavía no podemos detectar. Algunos astrónomos calculan que puede haber tantas como cien mil millones (100,000,000,000) de galaxias en el universo.

Si así fuera, y si nuestra propia galaxia tiene un tamaño promedio, entonces el número total de estrellas debe ser de unos 14 mil millones de billones (14,000,000,000,000,000,000,000).

Sin embargo, dicha cifra es completamente arriesgada porque no sabemos *de verdad* el número total de galaxias. Además, las otras galaxias están en cualquier parte a millones de miles de millones de años luz, en tanto que las estrellas de nuestra propia galaxia están dentro de los límites de 150,000 años luz de nosotros. Es más probable que si existen otras inteligencias nos interesarán las de nuestra propia galaxia, en lugar de las de las galaxias más distantes.

Así, calculemos cuántas inteligencias existen en nuestra propia galaxia y, si lo hacemos, podemos suponer que (en promedio) se trata del mismo número qua hay en cada galaxia. Ahora bien, comencemos con nuestra primera cifra:

1. El número de estrellas en la galaxia = 140,000,000,000

Una estrella es esencial para el desarrollo de la vida, es la fuente de la energía que provoca el nacimiento de la vida, y que la sostiene a través de su existencia. Sin embargo, no todas las estrellas son idealmente útiles en este aspecto.

La mayoría de las estrellas de cualquier galaxia son relativamente pequeñas, opacas y rojas, son las llamadas "enanas rojas". Para que la vida reciba suficiente energía de una estrella de éstas, el mundo en el que hubiera vida tendría que estar cerca, en una órbita pequeña. Entonces el mundo recibiría suficiente energía pero también estaría sujeto a efectos de marea que disminuirían su rotación y, finalmente,

provocarían que tan sólo un lado estuviera perpetuamente frente a la estrella. Entonces, un lado sería demasiado caliente para la vida, y el otro demasiado frío.

Existe un número de estrellas que son más grandes y más calientes que el Sol, pero mientras más grande y caliente sea una estrella, estallará y se desintegrará más pronto, y será más corto el tiempo que permanezca como objeto estable que libere calor en la forma constante que requiere la vida. Si nuestra experiencia de la vida en la Tierra es típica en todos sentidos (y a menos que supongamos que así es no podremos hacer ningún cálculo), se necesita mucho tiempo para que la inteligencia evolucione. Las estrellas grandes y calientes no ofrecen tiempo suficiente. Podría ser que los mundos que giran alrededor de tales estrellas puedan desarrollar una ligera capa de vida primitiva en los océanos, pero no es lo que estamos buscando.

Lo que queremos son estrellas como el Sol, estrellas que no tengan un tamaño menor a una cuarta parte del Sol, ni mayores de una y media vez más grandes. Tales estrellas parecidas al Sol no son muy comunes, pero afortunadamente tampoco es tan raro encontrarlas. Razonablemente podemos calcular que el 10 por ciento de las estrellas de nuestra galaxia se parecen al Sol; así, aquí tenemos a nuestra segunda cifra:

2. El número de estrellas parecidas al Sol en la Vía Láctea = 14,000,000,000

Sin embargo, la naturaleza de una estrella no es todo lo que cuenta. También existe el aspecto de su ubicación.

Hasta recientemente parecía que esto no importaba, pero durante los últimos veinte años la nueva ciencia de la radioastronomía nos ha enseñado que el Universo es un lugar mucho más violento de lo que nos habíamos imaginado, y así sucede particularmente en los núcleos galácticos, donde las estrellas están estrechamente unidas entre sí.

Parece que los núcleos galácticos están entregados a explosiones que derraman energía inconcebible hacia el espacio que los rodea. Los misteriosos cuásares, que arden con la luz de cien galaxias, parecen ser núcleos galácticos tan violentamente brillantes que pueden ser vistos a distancias de miles de millones de años luz. Existe una fuerte sospecha de que, en el centro de las galaxias hay agujeros negros que constantemente están consumiendo materia y, en el proceso, liberan corrientes de rayos X.

Por ejemplo, en el centro de nuestra propia galaxia existe una mancha caliente que podría ser un agujero negro tan grande como cien millones de estrellas.

Si así sucede, entonces las regiones centrales de una galaxia quizá no sean el lugar para un fenómeno tan frágil como la vida; ahí existen demasiadas radiaciones. Podría ser que tan sólo en las afueras de una galaxia —por ejemplo, en los extremos espirales de nuestra propia galaxia, donde se localiza nuestro Sol— haya la suficiente calma para que la vida surja y se desarrolle.

Las regiones centrales de una galaxia contienen la mayor parte de las estrellas. Se calcula que el 90 por ciento de todas ellas, que están en nuestra galaxia, están en el núcleo y tan sólo el 10 por ciento en los extremos espirales.

Si las estrellas como el Sol están distribuidas de esta forma (¿y por qué no iban a estarlo?), entonces tan sólo el 10 por ciento de ellas están en la región que alienta a la vida, y así tenernos nuestra tercera cifra:

3. El número de estrellas como el Sol en las afueras galácticas = 1,400,000,000

Sin que importe el tamaño y ubicación tan apropiados que pueda tener una estrella, de ninguna manera —por sí misma— puede provocar vida. Debe haber un planeta girando a su alrededor que provoque la vida. ¿Qué tan seguros podemos estar de que cualquier estrella en particular podrá poseer tal sistema planetario?

Durante los primeros cuarenta años del siglo veinte, de hecho, la principal corriente del pensamiento astronómico decía que eran raros los sistemas planetarios. Se afirmaba que la desintegración natural de una colección original de gas y polvo por medio de la fuerza de su propia gravedad tan sólo formaría una estrella. Para que se formaran planetas, la estrella deberá estar sujeta —posteriormente— a algún hecho

catastrófico, como estar a punto de chocar contra otra estrella, lo que rasgaría materia hacia fuera del cuerpo central y formaría los planetas.

Sin embargo, tales catástrofes tendrían tan pocas oportunidades de ocurrir que es muy dudoso que se llegara a presentar hasta una sola de ellas durante toda la existencia de una galaxia en particular. Bajo estás circunstancias, se puso en boga pensar que nuestro Sol podría ser la única estrella en la galaxia que poseyera un séquito de planetas (y, quizá, también la estrella desconocida que casi chocó con el Sol, porque en esa violenta cópula también pudo haber dado planetas a la luz).

Sin embargo, a principios de 1944, los astrónomos comenzaron a cambiar de opinión. La forma en que nubes de polvo y gas se condensarían en una estrella y el papel que desempeñan las fuerzas magnéticas hacía parecer que habría turbulencias en lugar de una desintegración fluida. Automáticamente, las turbulencias formarían planetas en las afueras, aunque la estrella se estuviera formando en el centro.

Si así sucede con este nuevo enfoque, de hecho cada estrella tendría su sistema planetario. ¿Podemos decidir entre estos dos puntos de vista?

Tan sólo tenemos la posibilidad. Cuando un planeta gira al rededor de una estrella, ésta se sacude un poco en respuesta.

Mientras más pequeña sea la estrella y más grande el planeta, mayores serán las sacudidas. Y si la estrella está lo suficientemente cerca, esa sacudida podría ser lo suficientemente grande para poder ser detectada. Durante los últimos veinticinco años, una media docena de estrellas pequeñas que están relativamente cerca de nosotros han mostrado que tienen esas sacudidas.

Descubrir tantos casos entre las estrellas cercanas ofrece la posibilidad de que los sistemas planetarios son muy comunes y de que la nueva teoría es correcta.

De todas maneras, una nube de polvo y gas en condensación a veces forma dos estrellas en lugar de una. De hecho, la mitad de las estrellas de la galaxia podían formar parte de tal "binario" (un binario puede estar asociado, a su vez, con una sola estrella u otro binario a gran distancia).

Si las estrellas separadas de un binario están muy separadas, cada una puede desarrollar un sistema planetario sin perturbaciones de la otra. Si, por otra parte, las estrellas de un binario están cerca la una de la otra, como sucede con muchas de ellas, no sería posible ninguna órbita planetaria estable de tipo que haría posible la vida. Quizá tales estrellas tengan planetas, pero no del tipo que nos interesarían.

Entonces, supongamos que la mitad de los binarios, o una cuarta parte de todas las estrellas en las afueras de la Vía Láctea que son como el Sol, no forman sistemas planetarios del tipo que nos interesan. Todavía nos quedan unas tres cuartas partes que tienen la posibilidad. Así tenemos la cuarta cifra:

4. El número de sistemas adecuados en la Vía Láctea = 1,000,000,000

Dado un sistema planetario, ¿qué tan probable es que, por lo menos uno de los planetas que contenga sea apropiado para el desarrollo de la vida?

No todos los planetas son adecuados. En nuestro propio sistema planetario tan sólo la Tierra lo es. Venus, que de hecho es el planeta gemelo a la Tierra por su tamaño y composición, está un poco más cerca del Sol y se volvió demasiado caliente. Marte, que en ciertos aspectos se parece tanto a la Tierra, está un poco más lejos del Sol y es un poco más pequeño, con lo que queda eliminado. La Luna, que está a la misma distancia del Sol que nosotros, es claramente más pequeña y —por lo tanto— sin vida.

En pocas palabras, lo que necesitamos es un planeta como la Tierra en tamaño, composición y temperatura. Además, su órbita no debe ser demasiado elíptica, ni su rotación demasiado lenta, ni su eje demasiado inclinado, ya que cualquiera de estas características provocará cambios en la temperatura demasiado extremados para la vida, aún en el caso de que la temperatura promedio sea apropiada.

No hay manera de decir qué tan probable es que todas estas condiciones más bien estrechas podrán satisfacerse en un sistema planetario dado. Después de todo, nada más conocemos nuestros propios detalles y quizá no se trate de una muestra imparcial. Es probable que sea tan difícil reunir las condiciones

apropiadas que tan sólo la concatenación más afortunada de circunstancias ha producido la única tierra que conocemos y que se trata del único planeta así en el Universo.

Sin embargo, algo así parece representar un pesimismo abisal y poco probable. Podríamos encontrar algún equilibrio razonable. Podríamos adivinar que quizá un sistema planetario de cada diez incluirá un planeta parecido a la Tierra y adecuado para la vida, y así obtenemos la quinta cifra:

5. El número de planetas adecuados, como la Tierra, en la Vía Láctea = 100,000,000

Dado un planeta como la Tierra, adecuado para la vida, ¿qué tan probable es que la vida, de hecho, se desarrolle?

La vida misma puede ser un desarrollo tan milagroso que es fácil suponer que sucedió tan sólo a través de alguna creación sobrenatural; o que, si llega a darse por casualidad, se trata de una casualidad tan poco probable que la Tierra puede ser el único planeta que haya dado vida en los cientos de millones que pueden dar vida a la Vía Láctea.

Sin embargo, al comenzar los años 1950s, el enfoque científico de la probabilidad de formación de vida sufrió una drástica revisión. En el laboratorio se han llevado a cabo experimentos, a pequeña escala, con una mezcla de compuestos sencillos del tipo que debió haber estado presente en la t Tierra primigenia antes de que comenzara la vida. Esta mezcla fue sujeta al tipo de energía que se podría esperar de un Sol primigenio o del calor volcánico de la Tierra, o de sus relámpagos, o de su radioactividad.

El resultado fue una combinación bastante rápida de los compuestos sencillos en otros algo más complejos. Si se comienza con estos algo más complejos y se repite el experimento se llega a la producción de oíros todavía más complejos.

Los compuestos más complejos formados de esta forma en el laboratorio están muy lejos de representar hasta la forma de vida más sencilla que se pueda concebir, pero apuntan en la dirección correcta. Y si tanto puede hacerse a pequeña escala en el laboratorio durante un período de semanas, piense en lo que podría suceder en un océano de materias durante millones de años.

En los años 1970s unos compuestos más bien complejos, sin duda formados a partir de sencillos precursores por medio de procesos que no tenían nada que ver con la vida, se han encontrado en meteoritos y hasta en las enormes nubes de polvo que quedan entre las estrellas, y éstas también apuntan en la dirección de la vida.

Ahora, existen marcadas indicaciones de que la vida es una consecuencia muy natural si usted comienza con una mezcla de productos químicos comunes en un medio como la Tierra. En efecto, en las rocas existen signos de que la vida comenzó sobre la Tierra nada más unos cuantos cientos de millones de años después de que la Tierra obtuvo su forma actual. Si consideramos la longitud total del tiempo durante el cual la Tierra pudo haber sido capaz de sostener vida, digamos diez mil millones de años, la vida se desarrolló cuando tan sólo había transcurrido una vigésima parte de dicho tiempo vital.

Entonces parecería que el 95 por ciento de los planetas como la Tierra —adecuado para la vida— en la Vía Láctea tendría edad suficiente para haber desarrollado la vida y esto nos da nuestra sexta cifra:

6. El número de planetas que pueden sostener vida en la Vía Láctea = 95,000,000

Parecería que se trata de un número gigantesco, pero en realidad no estamos cometiendo demasiadas infracciones. Nuestra línea de argumentación expone que sólo una estrella de cada 1500 en la Vía Láctea brilla sobre alguna forma de vida.

Ahora bien, asegurada la existencia de planetas donde puede haber vida, ¿en cuántos de ellos evoluciona una especie inteligente? Específicamente, ¿en cuántos de ellos surge una civilización tecnológica capaz de realizar viajes interestelares?

Una vez más, tan sólo tenemos nuestro propio mundo para comparar, y no podemos saber qué tan representativo podría ser. El desarrollo de la inteligencia podría ser tan azaroso que, aunque en la Vía Láctea abundara la vida, podríamos ser la única inteligencia. Pero tal pesimismo está, una vez más, injustificado, y tiene más sentido suponer que el ejemplo de la tierra es representativo.

Hasta ahora, nuestro Sol ha estado en su etapa presente durante unos cinco mil millones de años, y seguirá así durante otros cinco mil millones más, pensamos, antes de que se consuma suficiente combustible para extenderse a la etapa de gigante roja y hacer que la Tierra deje de ser habitable. Hace unos cuantos párrafos dije que por esta razón la historia completa de la Tierra como planeta con vida sería de diez mil millones de años.

Entonces, se necesitó la mitad de la historia de la Tierra como planeta con vida para que se desarrollara una civilización tecnológica. Seguramente no realizamos viajes interestelares, pero en unos cuantos siglos más podremos hacerlos. Aún en el caso de que necesitáramos unos cuantos miles de años para lograrlo, o un millón, sería una parte muy pequeña de la historia total de la vida en la Tierra, y todavía podríamos decir que una civilización tecnológica capaz de viajes interestelares surgió a medio camino de la historia de nuestro planeta.
Se trata de un logro promedio, y la única elección que nos queda es suponer que, en promedio, la mitad de las estrellas como el Sol en la Vía Láctea ya han llegado a la mitad o más de su tiempo de vida, y que la mitad de ellas han dado lugar a civilizaciones más avanzadas que la nuestra. Esto nos da nuestra séptima cifra:

7. El número de civilizaciones extra terrestres adecuadas que surgen en nuestra galaxia = 47,500,000

El pensamiento de todas esas civilizaciones, todas ellas capaces de viajes interestelares, introduce algunos pensamientos complicados. ¿Cada una se expande en misiones colonizadoras? ¿Qué sucede cuando se encuentran? ¿Luchan por obtener el dominio, y el victorioso destruye al vencido? ¿Las civilizaciones que se forman primero se adueñan de los planetas adecuados y evitan que surjan otras civilizaciones?

Continuemos.

Suponga que se establece una civilización tecnológica. ¿Cuánto tiempo sobrevivirá?

Una vez más, tan sólo contamos con nuestro propio ejemplo. Estemos en las primeras etapas de una civilización tecnológica. Nada más hemos llegado a otro mundo, nuestra propia Luna, y el viaje interestelar todavía está fuera de toda posibilidad, aunque ya podemos ver una buena oportunidad de que en medio siglo nuestra civilización se agotará.

El colapso podrá llegar por medio de la guerra nuclear, contaminación o sobrepoblación. De cualquier modo, significaría que nunca tendremos viajes interestelares.

¿Se trata de una regla general? ¿La inteligencia es un callejón suicida, sin salida, en evolución? ¿Cada civilización tecnológica se desintegra tan pronto como se desarrolla?

Seguramente se trata de otro ejemplo de pesimismo injustificado. Con casi cincuenta millones de civilizaciones tecnológicas comenzando, ¿es poco probable suponer que una en un millón alcanzará el nivel de viajes interestelares sin desintegrarse? Si así sucede, puede que no continúen existiendo durante tanto tiempo como su planeta sea habitable y, de hecho, exista precisamente ahora. Esto nos da nuestra octava y última cifra:

8. El número de civilizaciones extra terrestres avanzadas de larga vida en nuestra galaxia - 50

Seguramente estas cincuenta civilizaciones serán una casta especial. Haber sobrevivido significará haber superado esos impulsos dentro de sí mismos que podrían haber conducido a la destrucción. Serían civilizaciones humanas, no entregadas a la violencia, y respetarían la vida.

Imagino que podrían colonizar los planetas adecuados pacíficamente, separar amistosamente las esferas de influencia entre ellos, evitar planetas con inteligencias propias en desarrollo, y hasta podrían haber formado una Liga de Civilizaciones Galácticas.

Y aunque tan sólo hubiera cincuenta o, para el caso, nada más un par, podrían —si hubiera estado existiendo el tiempo suficiente— haber llenado los planetas adecuados de la Vía Láctea. En otras palabras, en tanto que puede ser escaso el número de las civilizaciones existentes, podría haber muchos planetas con civilizaciones.

¿Corno podemos decidir si todo lo que he presentado en este ensayo de verdad sucede?

No podemos salir a ver, porque no tenemos viajes interestelares y probablemente no los tengamos durante mucho tiempo. Ni siquiera podemos enviar una señal, porque todavía no hemos llegado a la etapa de desarrollo tecnológico en donde podamos obtener la energía requerida para enviar alguna con la fuerza suficiente.

Por supuesto que, sencillamente, podríamos esperar. Si existen civilizaciones, con el tiempo seguramente alguna nave extraterrestre va a venir a dar con nosotros.

El hecho de que ninguna lo haya hecho hasta ahora indica que: a) después de todo no hay otras civilizaciones, b) hay, pero la Vía Láctea es muy grande y todavía no nos ha encontrado o c) ya nos encontraron pero nos están dejando con nuestros propios recursos para ver si superamos nuestras dificultades, desarrollamos viajes interestelares y obtenemos un lugar respetable para nosotros mismos en la Liga Galáctica.

(Existen quienes piensan que las naves extraterrestres ya nos están buscando, como platillos voladores, o que nos alcanzaron en tiempos prehistóricos, pero la prueba —para quienquiera que no sea víctima de un entusiasmo ciego— no es convincente.)

Como no tenemos idea de cuándo nos encontrarán, o cuándo considerarán que merecemos un lugar, tan sólo queda una cosa que hacer si no podemos esperar, y es buscar sus señales. Casi no hay posibilidad de que nos puedan estar enviando señales directamente, pero podrían estar enviando señales al azar, o quizá sin darse cuenta, como parte de sus vidas normales. Si recibimos, digamos, microondas que no sean ni absolutamente regulares ni absolutamente azarosas contendrán "información" y tendremos una buena indicación de que existe inteligencia detrás de ella.

Desde 1960 los astrónomos de vez en cuando han escudriñado el cielo en dirección de ciertas estrellas parecidas al Sol, en búsqueda de señales de origen inteligente y no han encontrado nada. La NASA propone invertir cinco años y $20,000,000 para escuchar a todas las estrellas como el Sol que queden dentro de unos cuantos cientos de años luz de nosotros.

Quizá escuchemos algo.

10
El gigante Júpiter

La Tierra es uno de los cinco mundos que giran cerca del Sol, que conforman el "Sistema Solar interior"

Mercurio, Venus y la Tierra están constituidos por materiales rocosos que envuelven a una enorme esfera de níquel-hierro. Marte y la Luna tan sólo están hechos de rocas.

Sin embargo, más allá de Marte hay cuatro planetas que son totalmente diferentes a la Tierra y sus mundos vecinos. Ocupan el "Sistema Solar externo", sus nombres son Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

Estos cuatro planetas son gigantes, cada uno es mucho más grande que la Tierra. De hecho, si tomamos a todos ellos juntos, constituyen el 99.5 por ciento de la masa de todos los objetos que giran alrededor del Sol. La Tierra y otros mundos del Sistema Solar interior, más los varios satélites, asteroides, meteoros y cometas, todos juntos, constituyen el otro 0.5 por ciento.

Los cuatro planetas gigantes son totalmente diferentes en estructura y composición química a la tierra y sus mundos acompañantes. En el centro de los gigantes quizá haya bolas de roca, pero las regiones externas están hechas de materiales normalmente gaseosos bajo tanta presión que están prensados hasta formar líquidos muy calientes. Están a miles de grados de temperatura.

Estos gigantes son tan diferentes a los mundos cercanos que los científicos tienen una curiosidad natural para conocerlos tanto como sea posible. Desafortunadamente, están tan lejos de la Tierra que es difícil conocer los detalles.

De estos cuatro enormes planetas el más grande y extraño de todos —con mucho— es Júpiter. Su masa es 2.5 veces mayor que los otros tres gigantes juntos. Tiene 318.4 la masa de nuestra Tierra. Su diámetro en el ecuador es de 142,900 kilómetros comparados con los 12.757 de la Tierra.

La superficie visible de Júpiter es, tan sólo, una nube que flota sobre una enorme atmósfera de hidrógeno y helio. Sin embargo, si nos la imaginamos como una superficie real, tiene 125 veces el tamaño de la Tierra. Si nos imaginamos la superficie de la Tierra extendida sobre Júpiter, necesitaría tanto espacio como La India y Pakistán en la superficie terrestre.

Si nada más hubiera un planeta gigante que pudiéramos estudiar en detalle seguramente sena Júpiter, y sucede que es el que está más cerca de nosotros. Por supuesto ni lo "más cerca" es muy cerca. Júpiter nunca se aproxima a la Tierra más de 630 millones de kilómetros. Así, está a una distancia 1650 veces mayor que la Luna, dieciséis veces que la de Venus en su menor distancia, y doce veces la de Marte también en su menor distancia.

Lo que es más, no podemos viajar a Júpiter en línea recta. Tanto la Tierra como Júpiter están viajando en órbitas casi circulares alrededor del Sol. Esto significa que un cohete que despegue de la Tierra también se está moviendo en una órbita alrededor del Sol, por lo que debe tomar el tipo de órbita que, comenzando en la Tierra, se curve hacia afuera hasta que intercepte la órbita de Júpiter en un punto donde esté el planeta. La longitud de la curva es considerablemente mayor que la distancia en línea recta.

Aún así, hasta ahora los humanos han enviado cuatro sondas no tripuladas a Júpiter: *Pioner 10, Pioner 11, Voyager 1* y *Voyager 2.* Cada uno tuvo que desplazarse por el espacio durante casi dos años antes de llegar a su destino. La primera llegó a las cercanías de Júpiter en diciembre de 1973, y la cuarta lo hizo en julio de 1979. Cada sonda estaba equipada con cámara que podían enviar fotografías del planeta y sus satélites, así como de otros instrumentos que podían enviar otro tipo de información.

El resultado es que ahora sabemos mucho más de Júpiter que antes de que las sondas hicieran sus viajes.

Ahora, ¿podemos esperar que naves —con humanos a bordo— algún día puedan acercarse a Júpiter e intentar investigaciones todavía más profundas que los instrumentos a control remoto?

Sería un largo viaje, quizá se necesitarían cuatro años para ir y volver, pero no es inverosímil. La primera circunnavegación de la Tierra necesitó tres años, además de que en los decenios venideros los adelantos en la técnica de los cohetes muy bien podrían acortar el viaje hasta Júpiter.

Por supuesto, aunque lleguemos a Júpiter, existen algunas cosas que no podremos hacer en el futuro previsible.

Por ejemplo, no podemos aterrizar en la "superficie" de Júpiter porque, como dije anteriormente, no se trata de una superficie en el sentido literal de la palabra. Tan sólo es una capa de nubes. Una nave que intente aterrizar, sencillamente se hundirá más y más en la atmósfera del planeta.

La temperatura de Júpiter y su capa visible de nubes es, tan sólo, de 135 grados centígrados, lo que no es sorprendente considerando que Júpiter está cinco veces a la distancia del Sol en comparación con nosotros, y nada más recibe el 4 por ciento de luz y calor que recibimos. Sin embargo, según la nave se hunda bajo la superficie visible, la temperatura y presión aumentarían rápidamente y la nave podría ser destruida.

Por supuesto, podemos imaginar que podríamos evitar el aterrizaje en Júpiter nada más colocando la nave en órbita alrededor del planeta, sobre la capa de nubes. Júpiter, debido a su gran masa, tiene un campo gravitacional mucho más intenso que el de la Tierra pero, si la nave está en órbita, está en "caída libre", y el campo gravitacional de Júpiter no se sentiría "pesado".

Y, después de que la nave hubiera hecho todas las observaciones necesarias, ¿cómo se alejaría? Exactamente sobre la capa de nubes la fuerza gravitacional de Júpiter es 2.5 veces la de la Tierra en su superficie. *Para* que una nave pueda escaparse de la fuerza de gravedad en su superficie tiene que obtener una velocidad de 11.3 kilómetros por segundo. Para escapar de la gravedad de Júpiter en su capa de nubes, una nave necesitaría una velocidad de 60.5 kilómetros por segundo. Los requisitos energéticos para obtener esta velocidad serían enormes, y todavía sería más grande el problema para hacer que la nave lleve suficiente combustible para proveer la energía.

Existen otras dos dificultades para orbitar por encima de la capa de nubes. Sobre ella existen ligeros jirones de gas, pero con el grosor suficiente para presentar cierta resistencia al movimiento de la nave. Tal resistencia podría causar que decayera la órbita de la nave y la enviaría al fondo de la atmósfera.

Todavía peor, las sondas han mostrado que Júpiter tiene un campo magnético de una intensidad mayor de —veinte a treinta veces— que el de la Tierra. Este campo acumula tantas partículas con carga subatómica que la intensidad de la radiación de Júpiter puede ser cientos de veces mayor que la suficiente para matar seres humanos.

Ahora bien, si no podemos aterrizar ni orbitar Júpiter a una distancia demasiado baja, ¿quizá podríamos aterrizar en alguno de sus numerosos satélites y usarlo como base desde la cual observar dicho planeta?

Júpiter tiene dieciséis satélites. Cuatro de ellos son muy pequeños —de menos de cien kilómetros de diámetro— y están muy cercanos a Júpiter (las sondas descubrieron tres de ellos). También existe un delgado anillo de pequeñas partículas que giran cerca del planeta. Sin embargo, todos estos objetos están peligrosamente cerca de Júpiter y no es conveniente acercarse tanto.

Más afuera hay cuatro satélites grandes. En orden del aumento de su distancia son: Io, Europa, Ganímedes y Calisto. Io tiene el tamaño de nuestra Luna; Europa es un poco más pequeña que nuestro satélite; Ganímedes y Calisto son un poco más grandes.

Ganímedes, el más grande de los cuatro, tiene 5270 kilómetros de diámetro y es el satélite más grande del Sistema Solar. De hecho, es más grande (pero tiene una masa menor) que el planeta Mercurio. Mercurio está compuesto de roca y metal, por lo tanto, tiene una masa mayor a la de Ganímedes, que está compuesto de roca y hielo.

Estos satélites están a suficiente distancia de Júpiter para quedar perfectamente fuera de su atmósfera, y no tienen atmósfera propia. Por ejemplo, Ganímedes está a 1,070,000 kilómetros de Júpiter, casi tres veces la distancia de la Tierra a la Luna. La gravedad de Júpiter a esa distancia no es peligrosa, así como tampoco la relativamente pequeña fuerza gravitacional de Ganímedes.

Sin embargo, todavía está el campo magnético de Júpiter. Es lo suficientemente amplio como para llegar hasta los satélites grandes y representar un peligro constante. Calisto, el más lejano de los satélites grandes, tiene la mejor oportunidad de ofrecer seguridad en este aspecto, pero aún así la permanencia podría ser un riesgo a largo plazo.

Empero, más allá de Calisto hay ocho pequeños satélites de Júpiter que, probablemente, son asteroides capturados. Tres de ellos giran alrededor del planeta a distancias que promedian de 11 a 12 millones de kilómetros, y los otros cinco están a distancias de un promedio de 21 a 24 millones de kilómetros. Todos

ellos quedan bastante lejos de los campos magnéticos de Júpiter y se ofrecen, en sí mismos, como estaciones espaciales convenientes.

Estos pequeños satélites están lejos de Júpiter, pero no demasiado lejos. A partir de esos satélites exteriores Júpiter se ve tan grande como nuestra Luna se ve para nosotros. Desde estos satélites, que carecen de atmósfera, un telescopio nos mostraría por lo menos diez mil veces el detalle que el mismo telescopio mostraría desde la Tierra.

Además, desde las estaciones espaciales en los satélites exteriores se podrían enviar sondas a los satélites interiores y al mismo Júpiter, frecuente y fácilmente. Ya se están haciendo planes (aunque han sido retrasados debido al desastre del *Challenger)* para enviar una sonda a la atmósfera de Júpiter. Esta misión podrá llevarse a cabo con mayor eficiencia desde los satélites exteriores de este planeta.

Una sonda que se hunda en la atmósfera no tan sólo enviaría detalles respecto a la temperatura, presión y otras propiedades según cambien con la profundidad, sino entre las capas superiores tan frías y las interiores, muy calientes, a través de las cuales deben pasar por alguna región de temperaturas moderadas. En esas temperaturas moderadas podría estar presente agua líquida. De verdad, es concebible que ahí pueda existir alguna forma de vida, flotando en la atmósfera, cambiándose de corrientes descendentes a ascendentes, y de vuelta una vez más para permanecer en la capa media.

También se enviaría una sonda e cada uno de los satélites grandes. Alrededor de cada uno podrían colocarse algunas sondas sin tripulación, en tanto que otras podrían hacerse aterrizar en la superficie. Cada satélite tiene sus propios puntos de interés. Por ejemplo, mientras más cerca de Júpiter, mayores son los efectos de la marea de la fuerza de gravedad de Júpiter, y resulta mayor el calor que se genera en el satélite.

Calisto, el más alejado de los satélites grandes, tiene una mitad de hielo y la otra de roca. Está abrumado de cráteres formados por impactos de meteoritos durante el principio de su historia. La gran distancia de Júpiter significa que Calisto recibió poco efecto de calor y en su mayor parte no ha sido cambiado durante los últimos cuatro mil millones de años. Ganímedes, el siguiente en distancia de Júpiter, también tiene hielo pero menos cráteres. El mayor efecto de Júpiter sobre este satélite ha producido cambios que han conducido a la existencia de valles y cordilleras montañosas.

El satélite que está más al interior, Io, ha sido tan calentado que está completamente seco. Su interior es tan caliente que, de hecho, en su superficie existen volcanes activos, los únicos volcanes activos que se conocen en el Sistema Solar fuera de la Tierra. Los volcanes de Io arrojan azufre, con lo que toda la superficie del satélite se ha vuelto amarilla y anaranjada, y se han llenado casi todos los cráteres que existían.

El satélite más interesante es Europa, el más pequeño, que queda más allá de Io y Ganímedes, Esta cubierto con un glaciar liso y helado que cubre todo el satélite. El glaciar está estrellado por impactos de meteoritos pero no forman cráteres, posiblemente porque el efecto calorífico de Júpiter conserva las capas inferiores de agua líquida, formando el único océano con agua que se sepa que existe en el Sistema Solar además de la Tierra. El agua líquida muy bien podría surgir en áreas rotas del glaciar para volverse a congelar.

Sería muy interesante enviar una sonda al glaciar de Europa, en un intento de romperlo y penetrar hasta el agua liquida bajo el mismo. Lo único que nos queda es maravillarnos en caso de que algunas formas de vida se hayan desarrollado en este océano oculto.

Podemos estar seguros de una cosa. Si podemos llegar a Júpiter y sus satélites, y estudiarlos en detalle, nos dirigimos a descubrir todo tipo de fenómenos interesantes e inesperados.

11
Plutón, la sorpresa constante

A principios de siglo algunos astrónomos creían que podía haber un planeta más allá de Urano y Neptuno, debido a algunas discrepancias en sus movimientos. Quizá alguna fuerza gravitacional desde un planeta que no se admitía.

Júpiter tiene una masa de 319 veces la de la Tierra, Saturno –que está más lejos- tiene una masa de tan sólo cinco veces. Más allá está Urano, que tiene quince veces la masa terrestre, y Neptuno, que tiene una masa de diecisiete veces. Si existía un planeta todavía más distante, sería más pequeño que cualquiera de éstos, pero todavía podría tener de seis a siete veces la masa de la Tierra.

Durante toda una generación los astrónomos intentaron calcular en qué parte del cielo estaba este planeta, que producía efectos gravitacionales observables. Finalmente, en 1930, lo encontró un joven astrónomo estadounidense: Clyde Tombaugh, Lo nombró Plutón porque estaba tan lejos, en la oscuridad del exterior, que parecía apropiado darle el nombre del antiguo dios de los infiernos.

Pero se presentó la primera sorpresa. Era un mundo sombrío. Los astrónomos pensaron que si era tan grande como esperaban, y tan lejano, sería de la décima magnitud, pero era de la decimocuarta. Nada más era una cuadragésima parte, de lo brillante que debía haber sido. ¿Por qué? Quizá estaba más lejos de lo que los científicos creían que debía estar. Lo observaron según se desplazaba lentamente por el cielo; por su velocidad y la dirección de su movimiento, calcularon su órbita. Plutón necesita 247.7 años para girar alrededor del Sol, ya que su distancia promedio es de unos 5,900 millones de kilómetros de éste. Así, tenemos que está a una y una tercera parte más lejos que Neptuno, que hasta entonces era el planeta más lejano conocido; pero aún así Plutón está más cerca de lo que podría esperarse.

Entonces, en lo que respecta a su oscuridad, los científicos tuvieron que suponer que era más pequeño de lo que habían esperado. Quizá no era más grande que la Tierra.

Aparecieron más sorpresas. Según continuaban observándose sus movimientos, fue obvio que Plutón tenía una órbita más elíptica que la de cualquier otro planeta. En la mitad de la órbita está más lejos del Sol que en la otra mitad. En su punto más lejano (afelio) Plutón está a 7,375 millones de kilómetros del Sol. En su punto más cercano (perihelio) Plutón nada más está a 4.425 kilómetros del Sol, de verdad un poco más cerca del Sol que Neptuno.

Cuando se descubrió a Plutón, lentamente se acercaba al perihelio. En 1979 Plutón cruzó la órbita de Neptuno y permanecerá dentro de ella durante veinte años. Precisamente ahora no es el planeta más lejos del Sol; es Neptuno. Sin embargo, para el año 2000, Plutón pasará más allá de Neptuno y continuará hacia afuera. Entonces seguirá siendo el planeta más lejano durante otros 220 años, cuando vuelva a acercarse a su perihelio.

¿Significa que algún día Plutón chocará con Neptuno? No, porque la órbita de Plutón no está en el mismo plano que los otros planetas. Está inclinada 17 grados respecto al plano de la órbita de la Tierra. Si usted hace una maqueta pequeña pero exacta del Sistema Solar y las órbitas planetarias, todas las cuales deberían quedar dentro de una caja de pizzas, la órbita inclinada de Plutón se saldría. Como resultado, cuando Plutón está más cerca del Sol que Neptuno, o se retira, nunca está a menos de 1,300 millones de kilómetros sobre o abajo de Neptuno. Y, ¿de qué está hecho Plutón? Si es un planeta pequeño no puede tener una atmósfera densa ni una gruesa capa de nubes, como los planetas gigantes. A diferencia, debe estar hecho de rocas, o hielo, o una combinación de ambos. De una u otra manera podría haber rocas claras y oscuras, o rocas cubiertas de escarcha y rocas descubiertas. Las diferentes partes de ella podrían tener brillos diferentes.

Con seguridad suficiente, en 1954, el astrónomo canadiense Robert H. Hardie y su colaboradora Merle Walker midieron la brillantez con mucha precisión y descubrieron que cada 6.4 días aumentaba y disminuía un poco. Decidieron que ésto significaba que Plutón giraba sobre su eje una vez cada 6.4 días y que un hemisferio era un poco más oscuro que el otro.

Mientras tanto se hicieron esfuerzos para determinar exactamente qué tan grande podría ser Plutón. Quizá con telescopios más nuevos y más grandes Plutón podría ser magnificado a una pequeña orbe que pudiera

medirse directamente. En 1950 el astrónomo holandés-estadounidense Gerard Peter Kuiper abordó el problema con un nuevo telescopio gigante en el Monte Palomar, que tiene un espejo de 508 cm. Obtuvo una pequeña orbe y, al medirla lo mejor que pudo, descubrió que su diámetro era de unos 6,100 kilómetros. Esto significó que tan sólo era la mitad del diámetro de la Tierra y, realmente, un poco menos que el diámetro de Marte.

Los astrónomos se quedaron atónitos. No podían creer que Plutón fuera tan pequeño.

Da la casualidad que existe otra forma para determinar el tamaño de Plutón. De vez en cuando, Plutón, según se desplaza lentamente por el cielo, para cerca de una estrella de poco brillo. Si sucede que se mueve directamente frente a la estrella (una "ocultación"), ésta dejará de titilar cierto período de tiempo. De este período podemos obtener una idea del diámetro de Plutón.

El 28 de abril de 1965 Plutón se desplazaba hacia una estrella de poco brillo en la constelación de Leo. Si Plutón era tan grande como la Tierra o como Marte, entonces el planeta se acercaría a la estrella lo suficiente para ocultarla con su contorno. Sin embargo, cuando Plutón pasó por enfrente, no hubo ocultación alguna. La pequeña esfera de Plutón no interfirió para nada. Para que ésto sucediera su esfera no tendría que tener más de 5790 kilómetros; por lo que podría ser menor. Esto hacía pensar que Plutón era bastante menor a lo que Kuiper había pensado. Su tamaño, *cuando mucho,* estaría a la mitad del de Mercurio y Marte, los dos planetas conocidos más pequeños.

Aunque Plutón estuviera hecho de roca, su masa sería — nada más— la decimosexta parte de la de la tierra, o quizá menos.

Entonces se presentó un nuevo aspecto totalmente inesperado, la mayor sorpresa que Plutón iba a dar.

En junio de 1978 un astrónomo estadounidense, James Christie, estaba estudiando fotografías de Plutón que habían sido tomadas en condiciones excelentes. Christie estudió amplificaciones fotográficas considerables y le pareció que sobre Plutón había una protuberancia.

Vio otras fotografías amplificadas y todas tenían dicha protuberancia. Aún más, Christie se dio cuenta que, de fotografía a fotografía, la protuberancia cambiaba de lugar. AI estudiar cada una de las imágenes se dio cuenta que había descubierto que la protuberancia se movía sobre Plutón en 6.4 días, su período de rotación.

O había una enorme montaña sobre Plutón, o tenía un satélite cercano. En 1980 un astrónomo francés, Antoine Labeyrie, al estar trabajando en la cumbre del Mauna Kea en Hawai, mostró que había un espacio entre Plutón y la protuberancia. Quizá Plutón era un mundo pequeño pero, para asombro de los astrónomos, ¡tenía un satélite!

Christie bautizó al satélite con el nombre de Caronte, debido al barquero que, en los antiguos mitos, transportaba las almas de los muertos al otro lado de la laguna Estigia, al reino subterráneo de Plutón.

En 1980 Plutón pasó cerca de otra estrella. Plutón no la ocultó ¡pero Caronte sí! A partir de esta ocultación, vista desde Sudáfrica por un astrónomo llamado A. R. Walker, resultó que Caronte tenía un diámetro mínimo de 1,170 kilómetros (tan sólo la tercera parte del diámetro de la Luna).

Al medir la distancia aparente entre Caronte y Plutón, y ya sabiendo la distancia entre ellos dos y nosotros, los astrónomos calcularon que Caronte estaba a 19,700 kilómetros de Plutón (tan sólo una vigésima parte de la distancia entre la Luna y la Tierra).

A partir de la velocidad con la que Caronte giraba alrededor de Plutón a esta distancia fue posible calcular la masa del planeta, y resultó que —cuando mucho— tenía 1/500 de la masa de la Tierra. De hecho, en su mayor posibilidad, tenía un poco más de una sexta de la masa de la Luna. En cuanto a Caronte, tenía aproximadamente una décima de la masa de Plutón. Este planeta era más pequeño que lo que todos se esperaban; había sorprendido a los astrónomos una vez más.

Ahora se comprendía que Plutón era tan pequeño que no podría estar hecho de roca. Si así fuera, sería demasiado pequeño para tener la brillantez que tiene. La roca no reflejaría luz suficiente. Plutón debía ser un cuerpo de hielo. Este es más voluminoso que la roca y refleja más luz. Por lo tanto, un Plutón helado tendría el tamaño y la reflexión suficiente para mostrar la brillantez que muestra.

Las últimas medidas hicieron a Plutón todavía más pequeño. Ahora consideramos que nada más tiene 2,280 kilómetros de uno a otro lado, y una décima de la masa de nuestra Luna (o 1/800 de la masa de la Tierra). Caronte nada más tiene 1,290 kilómetros de diámetro y 1/100 de la masa de nuestra Luna.

La combinación Plutón-Caronte rompe un récord. Generalmente los satélites de un planeta son mucho, mucho más pequeños que el planeta mismo. Por ejemplo, Ganímedes, el satélite más grande de Júpiter, nada más tiene 1/10,000 de la masa de éste. Sin embargo, la Luna es 1/81 veces el tamaño de la Tierra. Parecía que lo más cercano a un “planeta doble” que podía tener nuestro Sistema Solar era la Tierra-Luna, ya que este satélite es muy grande para un planeta tan pequeño como la Tierra. Pero Caronte es 1/10 parte del tamaño de Plutón. Plutón-Caronte se acerca más a la conformación de un planeta doble que la Tierra-Luna.

Caronte gira alrededor de Neptuno de tal manera (según se le ve desde la Tierra) que cada 124 años, durante un período de cinco años, se mueve frente a Plutón, después detrás. Pasa por este período de eclipse cuando Plutón está más lejos del Sol y, otra vez, cuando está más cerca.

Sucedió que Carente fue descubierto poco antes de que comenzara su período de cinco años de eclipses, así que ahora los astrónomos están viendo ávidamente los efectos. Aún más, ahora Plutón está en su perihelio y en su posición más cercana al Sol y a nosotros, precisamente cuando se le puede estudiar mejor. Si Caronte hubiera sido descubierto quince años después, los astrónomos hubieran perdido la oportunidad y hubieran tenido que esperar otros dos siglos y medio para el siguiente eclipse (aunque para entonces, seguramente ya habremos enviado satélites más allá de Plutón).

Cuando dos mundos están cerca, los efectos de marea disminuyen sus rotaciones. Así, el efecto de marea de la Tierra ha disminuido la rotación de la Luna a tal punto que tan sólo muestra uno de sus hemisferios al planeta, según gira alrededor. La rotación de la Tierra también está disminuyendo por el efecto de marea de la Luna, pero la Tierra es tan grande que hasta ahora la disminución nada más ha sido parcial.

Sin embargo, Plutón y Caronte están tan cercanos que se amplifica el efecto de marea. Los dos mundos son tan pequeños que fácil y rápidamente disminuyen su velocidad. El resultado es que ambos mundos se han ido deteniendo hasta el punto de mostrarse tan sólo un hemisferio entre sí. Permanentemente están con una cara frente a la otra y giran alrededor de sí como si fueran una sola pieza. Son los dos únicos mundos en el Sistema Solar que giran alrededor de sí en esta forma.

Es posible estudiar la luz infrarroja que reflejan Plutón y Caronte. Cuando el satélite está detrás del planeta, nada más vemos la luz infrarroja reflejada de Plutón. Cuando el satélite sale de atrás, tan sólo vemos la luz reflejada de ambos, y si sustraemos la reflexión de Plutón, nada más obtenemos la luz reflejada de Caronte.

En 1987 los astrónomos dedujeron, a partir de la reflexión de esta luz, la naturaleza química de dicho mundo.

Así, descubrieron que la superficie de Plutón parece ser rica en metano, una sustancia que —en la Tierra— es una parte importante del gas natural que utilizamos como combustible. El metano se congela a una temperatura muy baja de tal manera que hasta a la temperatura de Plutón, que puede ser de -240 grados centígrados, parte de él aún se vaporizaría y convertiría en gas. Entonces, parecería que Plutón tiene una atmósfera de gas metano que es aproximadamente 1/900 tan densa como la atmósfera terrestre (y casi una décima parte de la densidad de la atmósfera más ligera de Marte).

Naturalmente, la temperatura es menor en los polos de Plutón, así que ahí existe más metano congelado. Por lo tanto, Plutón podría tener casquetes polares de metano congelado, que aumentan según se aleja del Sol.

Los astrónomos se sorprendieron al descubrir que la luz reflejada de Caronte era diferente a la de Plutón. Como el satélite es más pequeño que el planeta, tiene una menor fuerza de gravedad. No puede retener las moléculas de metano gaseoso, por lo que el metano se ha escapado de Caronte durante los miles de millones de años que ha existido el Sistema Solar.

Lo que queda en Caronte es agua congelada, que no se vaporiza a las temperaturas de allá y que, por lo tanto, no se pierde. Por igual, quizá Caronte también tenga una atmósfera. La ligera atmósfera de Plutón se extiende ampliamente bajo la pequeña gravedad de Plutón, que no puede conservar al gas atmosférico cerca de la superficie planetaria. Por lo tanto, el metano se extiende más allá de la órbita de Caronte, de tal forma que los dos mundos pueden tener una atmósfera común. Esto significa que Caronte se desplaza a través del

metano, y la resistencia del gas disminuye poco a poco su velocidad y lo acerca a Plutón. Finalmente, los dos chocarán entre sí y se unirán con lo que, quizá, den la última sorpresa.

A excepción de que no podemos confiar en Plutón. Puede tener más sorpresas en la manga. Por ejemplo, es demasiado pequeño para producir parte de los efectos gravitacionales que hemos observado en Urano y Neptuno. Entonces, ¿quién los provoca? ¿Es que allá en la lejanía existe algún otro planeta más grande y todavía más retirado?

12
Un agujero en el cielo

A principios del siglo diecinueve un astrónomo inglés, William Herschel, se dio cuenta de que en la Vía Láctea había una mancha oscura. Alrededor brillaban innumerables estrellas pero dentro de la mancha no había nada. Herschel estaba asombrado. Pensó que se trataba de una región en la que no existían estrellas, que era algo como un túnel a través de las estrellas cuya abertura casualmente apuntaba hacia nosotros.

Dijo: "Seguramente hay un agujero en el cielo"

Pero según pasaron los años se descubrieron otras manchas oscuras y ya no se podía seguir creyendo que tantos túneles dirigieran una de sus entradas precisamente hacia nosotros. A diferencia, los astrónomos decidieron –correctamente- que estas manchas eran nubes de gases y polvo que bloqueaban la luz de las estrellas que se encontraban al otro lado (de manera parecida al humo negro de una fogata que oscurece los objetos que se encuentran atrás).

El pensamiento de agujeros en el cielo se desvaneció durante un tiempo. Finalmente, los astrónomos se dieron cuenta de que las estrellas en el cielo conformaban un cuerpo como un lente, llamado Galaxia Vía Láctea. Contiene, por lo menos 200,000,000,000 de estrellas que están dispersas por toda ella, al igual que nubes ocasionales. No hay agujeros en particular.

Sin embargo, en los años 1920s, fue obvio que la Galaxia Vía Láctea no era la única. Había otras galaxias, muchas de las cuales eran menores a la nuestra, pero algunas otras eran mayores. La galaxia grande más cercana, la de Andrómeda, está a 2,300,000 años de luz de nosotros y probablemente contiene el doble de estrellas de las que tiene nuestra galaxia (su distancia es tal que la luz, viajando constantemente a 300,000 km/s, necesitaría 2,300,000 años para ir de nuestra galaxia a Andrómeda. Esto significa 2,300,000 "años de luz"). De hecho, nuestra galaxia es miembro del "Grupo Local" que contiene unas dos docenas de galaxias, incluyendo a la de Andrómeda. El Grupo Local tiene aproximadamente 3,000,000 de años de luz de extremo a extremo.

Aún más allá del Grupo Local existen otras galaxias, millones... miles de millones de ellas. Además hay otros grupos de galaxias, algunos de ellos bastante más grandes que el Grupo Local. Algunos grupos de galaxias contienen miles de miembros.

Si uno mira al azar a través de un telescopio, parecen estar en cualquier parte del cielo (donde no las oscurecen nubes de polvo ni multitudes particularmente abundantes de estrellas cercanas). En un principio, era natural pensar que estaban dispersas por igual en todo el espacio, del mismo modo que las estrellas están más o menos dispersas por la Galaxia.

Sin embargo, una vez que los astrónomos aprendieron a determinar las distancias de las galaxias individuales, pudieron hacer maquetas tridimensionales en las que las diferentes galaxias estaban colocadas en la dirección correcta y a distancias relativamente correctas. Resultó que las galaxias existen en planos y líneas curvas, de tal forma que el universo tenía el aspecto de muchas pompas de jabón. Las galaxias se concentran en las películas o límites de las burbujas, y dentro de ellas no hay nada o casi nada, es decir, "vacíos". Estos vacíos son como agujeros en el cielo. Son agujeros como los que Herschel pensó que había visto, pero se trata de agujeros reales y bastante más grandes a los que el mencionado astrónomo pudo haberse imaginado.

El vacío más grande descubierto hasta ahora (observado por primera vez en 1981) se localiza en la constelación del Boyero. Por lo tanto recibe el nombre de "vacío del Boyero".

Está a unos 600,000,000 de años de luz de nosotros, lo que significa que está 260 veces más lejos que las Galaxias de Andrómeda.

El vacío del Boyero es una esfera bastante imperfecta con un diámetro de 300,000,000 de años luz. Es difícil imaginar la enormidad de este vacío. Este volumen de nuestra propia galaxia. Fbr lo tanto podemos imaginar muchos millones de millones de galaxias metidas en tal vacío, si estuvieran muy unidas. Fbr supuesto, las galaxias no *están* muy unidas. Existen a gran distancia entre sí, con un promedio de cientos de miles de años de luz entre ellas. Aún así, el vacío del Boyero fácilmente podría contener más de mil galaxias que están normalmente dispersas.

Aunque el vacío del Boyero no tuviera nada sería interesante, pero en 1987 se observaron algunos objetos en el vacío. Son "galaxias de línea de emisión", galaxias particularmente energéticas y de altas temperaturas promedio. Normalmente no son comunes tales galaxias. Tan sólo una de cada quince a veinte galaxias son de

"línea de emisión". Y de todas maneras, todas las pocas galaxias que se han localizado en el vacío del Boyero son de esta escasa clase.

Así se crea un problema fascinante para los astrónomos, que hace un enigma dentro de un enigma dentro de un enigma. He aquí como funciona:

Hace unos quince mil millones de años, aproximadamente cuando se inició la formación del universo en el Gran Estruendo, era un objeto pequeño y —se piensa— homogéneo. Es decir, no tenía irregularidades (los científicos no han pensado en ninguna forma de considerar irregularidades iniciales).

Por lo tanto, parecería que según este pequeño objeto se expandió por igual y rápidamente en todas direcciones, seguiría siendo homogéneo. Raro no sucedió así. En lugar de formar un universo que contuviera una cantidad uniforme extendida de materia y energía, se rompió en grandes pedazos que se desarrollaron en galaxias y grupos de galaxias.

Los astrónomos no han adoptado una decisión clara respecto a la formación de las galaxias. Algunos piensan que, quizá, en los primeros días del universo se formaron agujeros negros aquí y allá, y que sirvieron como núcleos alrededor de los cuales se reunieron las galaxias, pero tan sólo se trata de una suposición.

Entonces, aunque usted sencillamente suponga que se formaron las galaxias, ¿por qué adoptaron forma de burbujas, dejando vacíos de varios tamaños? Ese es el enigma dentro del enigma. Los astrónomos no saben. Posiblemente, después del Gran Estruendo, hubo “pequeños estruendos” que formaron burbujas y vacíos, pero tan sólo es una suposición.

Para terminar, ya surgió una nueva pregunta. Aunque usted sencillamente suponga que las galaxias se formaron en burbujas y dejaron vacíos, ¿por qué en el vacío más grande nada más hay galaxias de línea de emisión? ¿qué significa? Este es el enigma dentro del enigma. Y, por supuesto, hasta aquí los astrónomos no tienen idea.

13
Nuestra percepción cambiante del universo

En 1900 se pensó que las estrellas que veíamos en el cielo, a simple vista y a través del telescopio, conformaban un enorme grupo con forma de hojuela, que fue llamado la Galaxia. El cálculo más osado de su tamaño fue de unos 20,000 años de luz de uno a otro extremo (un año de luz equivale a 9,500,000,000,000 de kilómetros). Se pensó que la Galaxia contenía de dos a tres mil millones de estrellas.

Los astrónomos opinaban que la Galaxia representaba a *todo* el universo.

Sin duda era suficientemente grande, considerando los largos siglos durante los que se pensó que el Sistema Solar era casi todo lo que había, y que estaba rodeado de una delgada cubierta de unos cuantos miles de estrellas. Sin embargo, los adelantos a partir de 1900 disminuyeron rápidamente esta imagen aparentemente “grande”

Por una parte, los astrónomos aprendieron nuevas formas para medir la distancia de las estrellas: para 1920 hombres como Harlow Shapley calcularon las verdaderas dimensiones de la Galaxia. Resultó que tiene 100,000 años de luz de un extremo a otro y que el número de estrellas que contiene suma 200 a 300 mil millones. La Galaxia tenía cien veces más el tamaño que, tan sólo veinte años antes, parecía tener.

Todavía más, esta Galaxia monstruosamente agrandada no era todo lo que había en el universo.

En el cielo había ciertas pequeñas manchas nubosas, las llamadas "nebulosas", que brillaban pero parecía que no tenían estrellas. ¿Existía la posibilidad de que estuvieran tan lejos que no se pudieran ver individualmente las estrellas que pudieran contener ni a través de muy buenos telescopios? De ser así, tendrían que ser enormes conglomerados para poder brillar tanto. Serían otras galaxias. Durante los años 1920s el astrónomo Heber D. Curtis presentó pruebas a favor de considerar a las nebulosas como otras galaxias, y con el tiempo los astrónomos se convencieron.

Por primera vez los astrónomos reconocieron al universo como ahora parece ser de verdad: una colección de galaxias, cada una de las cuales está constituida de unos cuantos miles de millones hasta algunos miles de millones de millones de estrellas.

Todavía más, el astrónomo Edwin P Hubble fue bastante convincente al demostrar —hacia finales de los años 1920s— que el universo no era estático. Las galaxias existían en grupos que se estaban separando entre sí de tal forma que la distancia entre ellas aumentaba cada vez más. En otras palabras, el universo estaba en expansión.

Hubble y otros astrónomos idearon formas para determinar las distancias de las otras galaxias. Hasta las más cercanas estaban a millones de años de luz de distancia. Para los años 1950s se detectaron algunas galaxias muy opacas que estaban casi a mil millones de años de luz de distancia.

Después, en los años 1960s se descubrió que ciertos objetos que parecían estrellas opacas en nuestra propia galaxia, de verdad estaban muy lejos. Se les llamó "cuásares": galaxias tan distantes que tan sólo puede verse su región central muy brillante, resplandeciente como una estrella. Hasta el cuasar más cercano está, por lo menos, a mil millones de años de luz de distancia, y ya se han detectado cuásares que, por lo menos, están a diez mil millones de años de luz.

Si comparamos la situación astronómica de 1989 con la de 1900, parecería que el universo —según se le ve ahora— tiene un millón de veces la extensión que entonces se pensaba.

En lugar de la única galaxia que los astrónomos conocían en 1900, ahora se cree que quizá existan unos cien mil millones como ella.

¿Cuántos años tiene el universo?

Los astrónomos de 1900 no tenían idea. Quizá había existido desde siempre, o quizá alguna acción divina lo había creado unos cuantos miles de años antes. No había ninguna manera de decirlo a través del estudio de las estrellas.

Sin embargo, una vez que se descubrió que el universo estaba en expansión, fue obvio que si volvíamos la vista atrás en el tiempo, el universo parecería estarse contrayendo. Si contemplábamos el pasado a

profundidad, se vería que el universo se había reducido a un tamaño muy pequeño, que hubiera representado su comienzo.

A finales de los años 1920s el astrónomo Georges E. Lemaitre presentó por primera vez esta sugerencia. Pensaba que alguna vez un objeto muy pequeño había estallado para formar el universo, mismo que todavía se estaba expandiendo hasta nuestros días debido a la fuerza de la explosión. En los años 1940s el físico George Gamow llamó a esta explosión el “gran estruendo,” el nombre fue aceptado.

¿Cuándo tuvo lugar el gran estruendo?

Depende de la distancia de las galaxias y de la rapidez con la que se separan. Una vez que se conozcan las cifras, los astrónomos podrán calcular el tiempo hacia atrás y ver cuando fue que las galaxias estaban en un solo lugar.

Ahora, el mejor cálculo parece ser que el gran estruendo tuvo lugar, y el universo nació, hace unos 12 ó 15 mil millones de años.

La luz necesita un año para viajar un año de luz. Cuando vemos un cuasar muy distante, uno que esté a una distancia de 10 mil millones de años de luz, la luz necesitó 10 mil millones de años de luz para llegar hasta nosotros, y la vemos como era hace 10 mil millones de años, al principio de la existencia del universo. No podemos esperar ver nada que esté más lejos, porque entonces nos acercaremos al tiempo *reciente* al gran estruendo, cuando las galaxias todavía no se habían formado.

¿Cómo son las estrellas?

En 1990 se pensaba que eran como nuestro Sol, algunas más grandes y brillantes, otras más pequeñas y opacas, pero no sabíamos nada más. Sin embargo, en los años 1930s, Hans A. Bethe calculó la fuente nuclear de la energía de una estrella.

Al saber esto podría comprenderse la naturaleza de la evolución de una estrella: cómo se formó; cómo permaneció en una forma estable durante largos períodos de tiempo; y finalmente cómo comenzó a quedarse sin combustible nuclear, se hinchó hasta llegar a ser una "gigante roja", y finalmente sufrió un colapso.

En los años 1910s se habían descubierto "enanas blancas", pequeñas estrellas calientes, no más grandes que la Tierra, pero con toda la masa del Sol presionada en su pequeño cuerpo. Se llegó a entender que se trataba de una forma de estrellas relativamente pequeñas que habían tenido un colapso.

Las estrellas gigantes estallan como "supernovas" antes de caer en el colapso, para después encogerse hasta formar objetos todavía más pequeños que las enanas blancas. Tales "estrellas de neutrones" fueron descubiertas en los años 1960s, objetos que no tienen más de 13 kilómetros de un extremo a otro pero que contienen toda la masa de una estrella como nuestro Sol. Los científicos creen que las estrellas muy grandes sufrirán un colapso todavía mayor hasta formar objetos más pequeños con una fuerza de gravedad tal en la superficie que nada puede salir de ellos, ni siquiera la luz. Estos son los "agujeros negros".

Es muy difícil observar los "agujeros negros", pero para los años 1980s los astrónomos confiaban en que podían existir agujeros negros en el centro de las galaxias, hasta en la nuestra. Podría considerarse la existencia de tales agujeros negros para las explosiones que tuvieron lugar en los centros de muchas galaxias, con lo que el universo resulta un lugar más violento de lo que cualquier astrónomo de 1900 podría haber soñado.

Los astrónomos de ahora cuentan con la ayuda de instrumentos que no existían en 1900. En aquellos años había telescopios, espectroscopios y cámaras, pero funcionaban exclusivamente con luz ordinaria. Parecía que no había nada más con lo que se pudiera trabajar.

Sin embargo, en los años 1930s se descubrió que la Tierra estaba siendo bombardeada por diluvios de ondas de radio que provenían de las estrellas. En los años 1950s se construyeron radiotelescopios para estudiar y analizar estas ondas, y a través de ellos se podían estudiar objetos muy distantes con detalles imposibles para los telescopios comunes. Sin los radiotelescopios nunca se hubieran descubierto los cuásares, estrellas de neutrones, agujeros negros y otros objetos.

Para 1900 ningún hombre había levantado sus pies del piso en un vuelo con motor. Tan sólo existían globos. Sin embargo en ese año voló el primer dirigible y, en 1903, el primer avión. En los años 1920s se puso en órbita al primer satélite artificial. Y en 1969 los seres humanos caminaron por primera vez en un mundo que no fuera la Tierra: la Luna.

Mientras tanto, cohetes y sondas comenzaron a agrandar la visión de nuestro Sistema Solar más allá de la imaginación de los astrónomos de 1900.

La Luna se fotografió de cerca y se hicieron mapas detallados... no nada más del lado que vemos, sino que también del lado oculto, que hasta finales de los años 1950s nunca había sido visto.

También se hicieron mapas de Mercurio, Marte y las dos lunas marcianas. Se mostró que Marte no tenía canales (que en 1900 algunos astrónomos pensaban que existían) pero tenía cráteres y volcanes inactivos. Se hicieron mapas hasta de Venus, a través de las nubes, por medio del radar.

Las sondas, al viajar muy lejos de la Tierra, fotografiaron de cerca a Júpiter y Saturno, y mostraron detalles inesperados de los anillos de este último. Se exploraron satélites distantes, Io tiene volcanes activos, Europa esta cubierta por una delgada capa de hielo, Titán por una atmósfera muy densa. También se descubrieron otros pequeños satélites.

Y, ¿dónde estaremos al final del siglo veinte?

Los astrónomos tienen la esperanza de que continúe la exploración espacial y de que, durante el próximo decenio, se descubran muchas cosas más sorprendentes respecto a nuestro Sistema Solar.

Además, los astrónomos tienen la esperanza de colocar pronto en el espacio un gran telescopio que podrá dirigirse al universo sin la interferencia de la atmósfera terrestre. Este telescopio debe poder observar objetos distantes con mayor detalle de lo que ahora es posible y decirnos, quizá, si el universo seguirá expandiéndose por siempre… o si algún día volverá a sufrir un colapso. También puede darnos la posibilidad de aprender con gran detalle como evolucionó el universo.

En este siglo ha habido grandes épocas para la astronomía, y nos esperan otras todavía mejores.

14
¿Qué es el universo?

La palabra universo proviene del latín y significa "verter en uno". Es todo, tratado como unidad. Es toda la materia y energía que existe.

Tenemos la desventaja de estudiarlo desde dentro. Podemos ver las partes que nos quedan cerca, pero las más alejadas se van volviendo más opacas y borrosas según aumenta la distancia. Aún con todos nuestros instrumentos, la mayor parte del universo está demasiado distante y opaca para verla de alguna manera… ya no digamos los detalles.

Sin embargo, a partir de lo que vemos, podemos llegar a conclusiones. Así, suponga que nos imaginamos que estamos viendo al universo desde fuera, bajo tales condiciones que estamos conscientes de todo (por supuesto que es imposible ya que no hay nada como "fuera del universo", pero de todas maneras imaginemos que así es).

El universo podría tener el aspecto de una malla tridimensional de finas hebras de luz, con espacios vacíos entre ellas. Habría muchos pequeños espacios vacíos, pocos espacios vacíos más grandes, y todavía menos espacios vacíos todavía más grandes. Respecto a las líneas de luz, se unirían aquí y allá en pequeños nudos o masas de luz, con un número más pequeño de nudos más brillantes, y así sucesivamente.

El universo podría parecerse a una esponja construida de luz. Las líneas curvas y las hojas de luz están constituidas de unos cien mil millones de puntos de luz (algunos considerablemente más brillantes que otros). Cada uno de estos puntos es una galaxia.

Lo más destacado del universo, según lo vemos, sería su calma. Parecería que no le sucede nada. La razón es que ningún cambio progresivo, con la importancia suficiente para poder ser observado bajo nuestro enfoque universal, puede tener lugar a una velocidad mayor que la velocidad de la luz. Esta (300,000 km/s) nos puede parecer inimaginablemente rápida, pero en la escala del universo como todo, puede considerarse que la luz —virtualmente— no tiene movimiento.

Por ejemplo, suponga que —como resultado de algún suceso inimaginable— el punto central de alguna de las galaxias del universo deja de emitir luz. Se oscurece. Suponga que una onda de oscuridad se esparce hacia fuera a partir de tal punto central, en todas direcciones, a la mayor velocidad posible, la de la luz. Nosotros, viendo desde afuera, podríamos ver que la galaxia (que sería un punto de luz} comenzaba a opacarse lentamente, pero se necesitarían decenas de miles de años antes de que la galaxia se apagara por completo. Se necesitarían cientos de miles de años para que la oscuridad se extendiera a otros puntos vecinos. Se necesitarían unos 12 mil millones de años, por lo menos, para que todo el universo se oscureciera.

Si comenzamos a observar en cualquier etapa de este oscurecimiento universal, no veríamos absolutamente ningún cambio durante una vida, y muy poco durante una centena de vidas (a propósito, sería lo mismo si —para comenzar-— el universo fuera oscuro y desde algún punto central comenzara a irradiar luz, con su influencia avanzando a la velocidad de la luz).

Nosotros mismos somos tan prisioneros de nuestro lugar y tiempo como cualquier otra cosa. No podemos, bajo ninguna circunstancia conocida, viajar más rápido que la velocidad de la luz, A esta velocidad necesitaríamos unos 160,000 años para ir y volver al extremo más alejado de nuestra galaxia, y 4,600,000 años para viajar a la galaxia de Andrómeda, nuestra gran vecina más cercana, y volver. Sin duda, a la velocidad de la luz —según nos dice la relatividad de Einstein— la velocidad del paso del tiempo se reduciría a cero y, para nosotros según viajamos, no parecerá que pasa el tiempo. Sin embargo, de vuelta en la Tierra, cuando volvamos, nos encontraríamos con que 160,000 años han pasado irrevocablemente mientras visitábamos el extremo alejado de la Galaxia, o que pasaron 4,600,000 años mientras íbamos y volvíamos a toda carrera a Andrómeda.

Sin embargo no es probable que podamos ir a la velocidad de la luz. La mayor velocidad práctica quizá no llegue a ser más que una quinta parte de la velocidad de la luz, en cuyo caso el retraso relativo del tiempo

para viajar es insignificante. Entonces, se necesitarían 800,000 años del tiempo real del astronauta para visitar al otro extremo de la galaxia y volver; y 23,000,000 de años para visitar Andrómeda y volver.

Ahora bien, podría ser que con la mejor voluntad del mundo cualquier hombre, durante su vida, no pueda hacer más que visitar las estrellas más cercanas, y desde el punto de vista universal, esta distancia de viaje será —esencialmente— cero. Con todo, suponga que —mientras vemos al universo como un todo— superamos su falta de movimiento al imaginarnos que aceleramos al tiempo un millón de veces. O, alternativamente, podemos imaginarnos que algún amable super ser ha tomado detalladas fotografías del universo cada cien mil años y que ahora tenemos la oportunidad de pasar la película en un proyector a la velocidad acostumbrada de dieciséis cuadros por segundo.

A esta velocidad las galaxias sufren cambios rápidos. Cada una de ellas gira vertiginosamente alrededor de su centro. Sí es una espiral, los extremos pueden desaparecer y reaparecer, por supuesto, desde nuestro punto de vista universal no se verá ninguno de estos cambios. Los puntos de luz seguirán siendo puntos de luz.

También, a esta velocidad, algunas galaxias están explotando con un rompimiento repentino de luz, algunas desarrollarán agujeros negros que crecerán enormemente y devorarán millones de estrellas en unos cuantos segundos. Otras galaxias chocarán entre sí y producirán terribles lluvias de ondas de radio y otras radiaciones. Tampoco será particularmente visible nada de esto. Algunos de los puntos de luz en nuestro enfoque universal pueden brillar ligeramente, y otros opacarse también ligeramente, pero si no llevamos cuidadosamente medidas quizá no nos demos cuenta de lo que sucede, si es que llegamos a percibirlo.

En este caso, ¿la aceleración constante del tiempo no hace nada para eliminar la inmutabilidad del universo? No. Existe un cambio que es el hecho abrumador respecto al universo.

Según veamos la proyección de la película nos daremos cuenta que el universo, visiblemente, se está expandiendo. Los hoyos en la estructura esponjosa serán cada vez un poco más grandes, y las curvas y descensos de luz poco a poco se adelgazarán y esparcirán, de tal forma que se opacará la intensidad de la luz en cualquier punto. En pocas palabras, la esponja universal cada vez será más y más grande, más y más opaca.

Si continuamos proyectando la película indefinidamente en la dirección normal, el universo puede expandirse y opacarse también indefinidamente, hasta que sea demasiado opaco para poder verlo. Sin embargo, si continuamos proyectando la película en sentido inverso —a 100,000 años cada decimosexta de segundo— en unas dos horas se verá que el enfoque universal se ha contraído a si mismo hasta un pequeño punto que es insoportablemente brillante (aunque no en la luz visible) y caliente, que después parpadeará hasta la nada.

Si comenzamos en ese punto de la nada y proyectamos la película hacia adelante, aparecerá el punto con su insoportable calor brillante, que rápidamente se expandirá y enfriará. Es el "gran estruendo" en el que, según sospechan ahora los astrónomos, toda la materia y energía del universo se formó de la nada, según las peculiares reglas de la teoría de los cuántos.

Este gran estruendo presenta un problema fascinante para los astrónomos. En el momento del estallido, ese punto original de luz debió haber sido homogéneo. Todo en él debió haber estado completamente mezclado. Según se fue expandiendo debió haber seguido quedando igual; completamente mezclado. Hoy en día todo el universo debía ser tan sólo un gas cada vez menos denso, más expandido y más grande, que siempre debería ser el mismo.

A diferencia, desde un punto de vista universal, vemos un universo terriblemente desigual. Materia y energía se han coagulado en los puntos que llamamos galaxias, mismas que —a su vez— se han unido en líneas y curvas de luz que dan al universo su apariencia esponjosa. ¿Cómo es que el universo ha pasado de un punto luminoso sin rasgos característicos a formar una esponja? Los cosmólogos todavía están discutiendo este aspecto y están probando varias teorías.

Hay otro problema: ¿el universo se expandirá para siempre?

El universo se está expandiendo en contra de su propia gravitación y, como resultado, está disminuyendo la velocidad de la expansión. Pero, ¿este efecto de frenado de la gravitación es suficiente para poder detener por completo, algún día, a la expansión e iniciar, a diferencia, una constricción?

Eso depende de la cantidad de materia en el universo ya que la materia es la fuente de la fuerza de gravitación. Por el momento parece que la cantidad de materia que podemos detectar no es más que el 1 por ciento de la cantidad que se necesita para detener, algún día, la expansión. Aún así, existen algunas indicaciones de que algún día la expansión se *detendrá.* Si así sucede, significa que —por lo menos— existe en el universo tanto como cien veces más de lo que hemos detectado hasta ahora.

Este es el "misterio de la masa perdida", y los cosmólogos discuten vehementemente este aspecto.

15
El chasco lunar

Muchos científicos se preguntan por qué el público general sigue atentamente algunos absurdos tan obvios como las teorías venusinas de Velikovsky, las especulaciones de Daniken respecto a los antiguos astronautas, o las historias de Berlitz sobre el Triangulo de las Bermudas. Pero, ¿por qué no? El absurdo siempre ha encontrado un público dispuesto.

El New York Sun se fundó en 1835. el nuevo periódico necesitaba atraer el interés del público si es que iba a sobrevivir, así que la dirección buscó a un escritor que pudiera producir un número interesante. Se encontró con Richard Adams Locke, que había llegado de Inglaterra tan sólo tres años antes, y lo contrató para que escribiera ensayos para el periódico.

Locke había probado escribiendo ciencia ficción, pero entonces tuvo la idea de que podría escribir todavía más sin decir de qué se trataba.

Para su tema, eligió la expedición del astrónomo inglés John Herschel, que había salido hacia el Cabo de la Buena Esperanza en el sur de África para estudiar al cielo desde el sur. Herschel llevaba consigo buenos telescopios, pero no eran los mejores del mundo. No tenían que serlo. Su valor no radicaba en ellos mismos sino en el hecho de que, como todos los astrónomos y observatorios estaban muy al norte del Ecuador, las regiones cerca del polo celeste sur habían sido poco estudiadas. Se puede decir que cualquier telescopio hubiera sido útil.

Locke mejoró esta situación. Comenzando con el número del Sun del 25 de agosto de 1835, describió cuidadosamente la naturaleza de la expedición de Herschel. Locke escribió que el telescopio de este era tan poderoso que podría distinguir perfectamente objetos de hasta medio metro sobre la superficie lunar.

En entregas posteriores describió a la superficie de la Luna según se veía a través de este maravilloso telescopio. Locke dijo que Herschel había visto flores como amapolas además de árboles como tejos y objetos. Describió un gran lago de agua azul y olas espumosas, del mismo modo que grandes animales parecidos a bisontes y unicornios.

La descripción de un colgajo carnoso sobre la frente de las criaturas constituyó una nota ingeniosa, dicho colgajo podía bajarse o subirse para proteger al animal de los extremos de luminosidad y oscuridad.

Para terminar, se describió la existencia de criaturas de apariencia humana, con la diferencia de que poseían alas. Parecían conversar. “Sus ademanes, particularmente las diferentes acciones de manos y brazos, parecían apasionadas y enfáticas. Por lo tanto, deducimos que se trata de seres racionales” (es una pena que Locke no haya pensado en equipar a Herschel con algunos audífonos milagrosos, porque en este caso podía haber descrito al astrónomo como si hubiera podido oír lo que decían los seres de la Luna).

Por supuesto que los astrónomos reconocieron que toda la historia era absurda, porque ningún telescopio construido hasta entonces (ni hasta ahora) podía ver con tal detalle desde la superficie de la Tierra. Con tosa seguridad, lo que Locke describió estaba completamente reñido con lo que se sabía de la Luna: un cuerpo sin aire ni agua.

Al poco tiempo, Locke se vio forzado a admitir que todo había sido una broma. Cuando Herschel volvió y supo todo respecto al chasco, se rió de buena gana.

Sin embargo, el Sun obtuvo exactamente lo que quería. Se había convertido en un éxito permanente. De hecho, mientras se imprimían los ensayos de Locke, su circulación aumentó hasta que, por un breve momento, se convirtió en el periódico más vendido del mundo.

La enseñanza es que siempre es más fácil creer en lo absurdo que en lo razonable. Que cada uno de ustedes decida por qué es así.

16
La lanzadera Espacial

En inglés se conoce a la lanzadera espacial como “shuttle” palabra que proviene del antiguo noruego skuttil que significa “flecha” o “arpón”, proyectil que viaja una distancia relativamente corta, desde la persona que la arroja hasta el blanco a donde llega, y mi propio sentimiento es que el origen más remoto es que se trata de una onomatopeya, que se basa en el sonido.

Un proyectil angosto que viaja rápidamente a través del aire produce un sonido como “shush”, “wush” o “ssst”, dependiendo de la interpretación subjetiva de la persona que lo oiga. A partir de ahí, a travéz de una variedad de cambios, se presentan “shuttle” y “shoot”.

En tiempos prehistóricos, “shuttle” o “lanzadera” llegó a tener un significado plenamente pacífico, lo que constituye un desarrollo que para mí es siempre agradable.

El arte del tejido en telares fue inventado antes de la escritura, de tal forma que no conocemos sus orígenes. Como en la mayor parte de las invenciones prehistóricas, los pueblos posteriores –que no podían imaginarse cómo es que unos simples seres humanos podían pensar en algo tan ingenioso- supusieron que algún dios había concedido el conocimiento.

De cualquier modo, para tejer en un telar, usted debe comenzar con una serie de hilos verticales paralelos fuertemente enlazados (esta es la "urdimbre"). Sin embargo, dichos hilos paralelos deben sostenerse unidos, para lo cual usted coloca otra serie de hilos, un poco más delgados, en ángulos rectos (la "trama") Cada hilo de la trama pasa sobre el que sigue, y así. El siguiente hilo de la trama pasa por debajo, por encima y otra vez por debajo, de tal forma que ninguno de los hilos adyacentes de la trama pasen por debajo o por encima, al mismo tiempo, de un hilo en particular de la urdimbre.

Si los hilos de la urdimbre y de la trama son apretados hasta quedar bien juntos, entonces tiene un juego bidimensional de hilos unidos que es mucho más resistente, en su totalidad, que los hilos individuales. Usted termina con una pieza de tela, un material textil ligero, poroso y mucho más apropiado para conservar al cuerpo protegido, limpio y cómodo —a temperaturas normales— que las pieles o el cuero.

La dificultad consiste en que el tejido del hilo en la urdimbre necesita mucho, mucho tiempo. Por lo tanto (aún en tiempos prehistóricos), se inventó el "telar". Los hilos de la trama se añadían a cada una de las dos porciones del telar, que podía ser separado. Esto significó que los hilos de la trama podían internarse adentro, afuera, adentro, afuera. Entonces se empujaban los hilos de la urdimbre hasta que formaran una línea recta, y cuando las piezas del telar se volvían a unir, la trama podría cruzarse sobre la urdimbre una vez por arriba y otra por abajo, alternativamente.

Para aumentar la velocidad de la operación, la trama se ata a un objeto pesado que se lanza de un extremo a otro a lo ancho de la urdimbre. Este objeto es la "lanzadera" ("shuttle" en inglés). Después de todo, se trata de un proyectil y viaja una distancia corta. La lanzadera lleva la trama de un lado a otro de la urdimbre para después (con el telar separado en el sentido opuesto) volver, regresar una vez más, y volver nuevamente, y así, manipulando siempre al telar de tal forma que la trama pase por arriba y abajo de la urdimbre, según debe hacerlo.

Debido al movimiento hacia atrás y adelante de la lanzadera durante el tejido, la palabra "shuttle" obtuvo un nuevo refinamiento en su significado. No tan sólo se trataba de un proyectil que viajaba una distancia comparativamente corta, sino que se trataba de uno que, incesantemente, iba y venía a través de esa misma distancia.

Por lo tanto, si algún modo de transporte viaja del punto A al no muy distante punto B, para volver al A, y después nuevamente al B, y así indefinidamente, *también* se trata de un "shuttle" o "lanzadera".

Por ejemplo, en Manhattan existe el "subway shuttle" o "lanzadera subterránea" que viaja interminablemente de Times Square a Grand Central, una distancia aproximada de un kilómetro, que es corta si consideramos que en la ciudad hay líneas de unos treinta kilómetros. Naturalmente, la gente tiende a economizar sílabas y para los usuarios del metro la lanzadera subterránea se convierte, sencillamente, en "la lanzadera".

Del mismo modo, una vez que se extendió el uso de los viajes aéreos, se iban a regularizar numerosos vuelos entre las grandes ciudades que estuvieran cerca la una de la otra. Así, aproximadamente iba a haber una docena de vuelos diarios, digamos, entre Nueva York y Boston, o entre Nueva York y Washington. Estos son viajes de unos trescientos kilómetros, si los compararnos con algunos vuelos que van de los cinco mil a los treinta mil kilómetros. Por lo tanto, se habla de una "lanzadera aérea", y quienes viajan frecuentemente por aire hablan de "la lanzadera".

Para los lectores de ciencia ficción es obvia la siguiente extensión. Nuestros primeros intentos en el espacio consistieron en la colocación de objetos en órbita alrededor de la Tierra, o en enviar un objeto a la Luna y hacerlo volver. Después de eso comenzamos a pensar en la construcción de una estación espacial en órbita alrededor de la Tierra. Podría estar permanentemente ocupada (con cambios de turno) y servir como base desde la cual podríamos llevar a cabo experimentos a largo plazo, construir estructuras espaciales, y lanzar naves espaciales para viajes largos.

Naturalmente, necesitaríamos cierto tipo de nave espacial que se especializara en viajar de la superficie de la Tierra a la estación espacial, y viceversa, para llevar provisiones, recoger desperdicios, reemplazar personal, y así. Como la estación espacial estaría considerablemente más cerca de la Tierra que de la Luna, tal nave espacial estaría viajando una distancia comparativamente corta: arriba, abajo, arriba, abajo, indefinidamente. ¿Cómo sería llamada? Inevitablemente, sería una "lanzadera espacial" o, para los lobos del espacio, "la lanzadera".

En efecto, Estados Unidos construyó una nave apropiada para tal uso mucho antes de que construyera una estación espacial que se pudiera beneficiar con ella. La primera lanzadera espacial, llamada *Columbia,* fue lanzada el 12 de abril de 1981, precisamente veinte años después de que Yuri Gagarin fuera el primer ser humano en haber girado en órbita alrededor de la Tierra. Con el tiempo se pusieron en funcionamiento cuatro lanzaderas, y para enero de 1986 ya se había hecho una docena de vuelos, con gran éxito.

Los escritores de ciencia-ficción pueden escribir cuentos sobre tales lanzaderas o muchos otros dispositivos que podrían representar vuelos comparativamente cortos repetidos infinitamente. Si alguna vez aprendemos el truco del viaje hiperespacial es concebible que podamos hablar de "la lanzadera" entre el Sol y Alfa Centauro, o entre la Vía Láctea y Andrómeda. También podríamos tener una lanzadera entre un extremo de un establecimiento espacial cilíndrico y el otro. Son infinitos los cambios que podrían realizarse, según podrá ver usted en los cuentos que hemos reunido en *Lanzadera Espacial.*

Por supuesto, el 28 de enero de 1986 la lanzadera espacial quedó suspendida (tengo la esperanza de que tan sólo temporalmente) por la explosión de la *Challenger.* Pero, usted sabe, los desastres de este tipo —tan lamentables y horribles como pueden ser— son inevitables en cualquier proyecto arriesgado y grandioso.

Mi cuento "La última lanzadera", incluido en este libro, fue escrito en marzo de 1981, un mes después del primer vuelo de la lanzadera espacial, y fue publicado en un periódico de La Florida al poco tiempo de haber sido escrito. Ahí incluí a un personaje que indica que los despegues de la lanzadera espacial no necesariamente carecen de problemas. Al referirse a un episodio al principio de la historia de las lanzaderas espaciales, ella dice: “ahí está el caso de la Enterprise Sixty”.

Bueno, no puse el nombre correcto pero vi venir algo así con cinco años de anticipación.

17
La buena obra del Voyager 2

El Voyager 2 es la sonda planetaria no tripulada de mayor éxito que alguna vez hayan enviado los seres humanos. No se trata de ignorar a las otras, las que aterrizaron en Venus y exploraron a Mercurio, además de que hicieron posible que se hicieran mapas de ambos planetas (el primero por medio de radar en lugar de luz); las que hicieron posible los mapas de Marte con todo detalle, para no decir nada del aterrizaje en el planeta rojo y del estudio químico de su suelo; y las que antecedieron al Voyager 2 al pasar a través del cinturón de asteroides y más allá para poder navegar en el enorme vacío en el que giran los planetas exteriores.

Sin embargo, ninguna hizo un trabajo tan espectacular como el Voyager 2. esta sonda, en un vuelo de nueve años, consiguió pasar cerca tanto de Júpiter como de Saturno, y después desplazarse hacia Urano, donde hizo observaciones de un mundo gigante tan lejano a la Tierra que los antiguos ni siquiera sabían que existía. Apenas si resplandece en el cielo lo suficiente para poderlo ver como una estrella muy opaca.

Pero el Voyager 2 todavía no ha terminado. Durante varios años más continuará avanzando por el espacio hasta que pase Neptuno, el planeta grande más lejano que conocemos (la mayor parte del tiempo Plutón está más lejos, pero se trata de un planetita helado, más pequeño que nuestra Luna).

Este largo vuelo ha estado pletórico de aventuras, de accidentes a punto de suceder, de desastres previstos que de algún modo fueron desviados o corregidos. No trataré de contar su dramatismo y atractivo, en *Flyby*.

Sin embargo, mi intención es escribir sobre la buena obra del Voyager *2* sobre algo que ha hecho y que posiblemente nadie hubiera podido haber predicho ni previsto.

Retrocedemos. La historia humana está repleta de desastres, muchos de ellos más allá de cualquier posibilidad del control humano. Existen historias interminables de inundaciones y tormentas, terremotos y erupciones volcánicas, sequías y pestes, y cada una de ellas ha provocado interminable sufrimiento humano. También existen desastres patrocinados por los humanos, como las guerras. Aquellos de nosotros que hemos superado una edad mediana podemos recordar a la Segunda Guerra Mundial, la guerra más desastrosa que alguna vez se haya peleado, y todos vemos al futuro con temor a la posibilidad de otra guerra que, fácilmente, pueda terminar con la raza humana.

Hasta los logros humanos de los que podemos estar más orgullosos requieren su cuota de desastres. No se ha construido ningún gran puente, ningún enorme rascacielos, ningún largo túnel, sin muertes que lamentar. El automóvil, del que nadie soñaría con abandonar, mata a cincuenta mil personas al año tan sólo en Estados Unidos. Nos hemos habituado a los desastres aéreos, a las muertes en las minas y fábricas, por venenos químicos, a causa de fugas radiactivas.

Entonces, prosigue que unos cuantos de nosotros de verdad podamos esperar que la exploración del espacio carezca de desastres. Sabemos que costará vidas y así ha sido. Estados Unidos perdió tres astronautas en tierra en un incendio dentro de una cápsula espacial en 1967. La Unión Soviética perdió a tres astronautas al presentarse una fuga cuando se estaban preparando para volver a la atmósfera.

Sin embargo, lo diferente en la exploración espacial es que todo el mundo está viendo. En diciembre de 1985 un avión se estrelló en Terranova y murieron más de doscientos cincuenta soldados. Nadie vio el accidente. El reporte llegó después del hecho y tan sólo se trato de un artículo noticioso, como otros. El país entero recibió el golpe, movió su cabeza colectiva y —a excepción de los familiares de las víctimas— siguió en lo suyo. Los desastres suceden.

Sin embargo, a poco más de un mes, el 28 de enero de 1986 se envió la lanzadera *Challenger,* con una tripulación de siete personas. Millones de personas estaban viendo. Y ahí, frente a todos esos ojos, minuto y medio después del lanzamiento, se convirtió en una bola de fuego. Todos aquellos millones se dieron cuenta que acababan de ver apagarse la vida de siete valientes. Para que las cosas fueran todavía peor, una de las siete era una maestra, la primera persona "normal" que iba al espacio.

Nada ha sacudido de tal manera a Estados Unidos, y al mundo entero, como ese desastre con *testigos*. Ni siquiera el asesinato de un presidente estadounidense dejó a tantos en un estado de shock tan difícil de superar.

Todos sabemos lo que esto le hizo al programa espacial estadounidense: la autoflagelación del "¿qué hicimos mal?"; la determinación de hacer todo diez veces seguro antes de dar el siguiente paso; el proponer todas las cosas una y otra vez.

Podría ser difícil imaginar cómo podría haber algo que empeorara las cosas, pero sí puede haberlo. Suponga que el Voyager *2* no acabara de pasar Urano en esa época. También suponga que no estuvieran llegando los resultados, espectaculares y emocionantes.

Por mera casualidad tuvimos uno de los mayores *éxitos* en el programa espacial desempeñándose ante nuestra mirada, mientras nos golpeó el desastre de la *Challenger.* No me mal-interpreten. Nada que el Voyager *2* pudiera haber hecho o descubierto tendría la posibilidad de devolvernos vivas a las siete personas. No podría habernos devuelto nuestra confianza perdida ni compensar el shock ni el horror de todo lo que sucedió.

Sin embargo, nos mostró —precisamente cuando más lo necesitábamos— que la exploración espacial podría proveer tanto éxito como desastres. Esa fue la buena obra del Voyager *2* que nadie había previsto. Sin el ejemplo del Voyager *2* es posible que el desastre del Challenger nos hubiera hundido en tal desilusión y depresión que nuestro esfuerzo espacial estadounidense se hubiera cancelado para siempre, o por lo menos durante tanto tiempo que le hubiéramos dejado el espacio a otros: la unión Soviética, Europa occidental, Japón.

Como están las cosas, el Voyager 2 nos proporcionará el empuje inesperado que quizá nos dio la posibilidad de recuperarnos a tiempo.

Debemos darnos cuenta que todo el progreso hacia grandes metas requiere que eludamos o superemos los obstáculos que, inevitablemente, encontraremos en el camino. Las supercarreteras hacia el éxito no son lisas y nunca lo han sido, están pavimentadas con dolor abrumador.

Pero no debemos darnos por vencidos. Volverán a presentarse desastres como el del Challenger, y también volverán éxitos como el del Voyager 2.

18
El viaje más largo

Suponga que usted quiera hacer un viaje por todo el país, desde Pórtland, Maine, hasta Pórtland, Oregon. Son aproximadamente cinco mil kilómetros. Un viaje alrededor del mundo por el Ecuador es un poco más de ocho veces dicha distancia, 40,000 kilómetros.

Para ir de la tierra a la Luna se necesita, tan sólo, de nueve veces el paseo ecuatorial, unos 380,000 kilómetros. ¿Más allá? Bien, Venus en su punto más cercano nada más está a un poco más de cien veces la distancia a la Luna, está a unos 400,000,000 de kilómetros de distancia. Precisamente ahora Plutón está lo más cerca de la Tierra que le es posible, aunque sigue estando a más de cien veces la distancia de la Tierra a Venus, a más de 4,500,000,000 de kilómetros.

Hasta ahora nos hemos quedado en nuestro Sistema Solar, pero más allá están las estrellas. Hasta la estrella más cercana está a casi 9,000 veces la distancia en que ahora está Plutón. Se trata de Alfa Centauro, que está a 40,000,000,000,000 de kilómetros. Y se trata de la estrella *más cercana.*

La distancia de un extremo a otro de la Galaxia Vía Láctea es de 23,000 veces la distancia de la Tierra a Alfa Centauro. La de aquí a la Galaxia de Andrómeda, la más cercana a la nuestra, es de unas veintitrés veces el diámetro de la galaxia de la Vía Láctea. Y la distancia de aquí al más lejano cuasar es de unas 4,000 veces la mencionada distancia.

¿Y respecto al tiempo? Se necesitan unos cuantos días para llegar a la Luna, unos cuantos meses para Venus o Marte, algunos años para arribar a los planetas gigantes del Sistema Solar. Pero esa es la distancia a la que, razonablemente, podemos llegar.

Para llegar hasta la estrella más cercana, en el presente estado del conocimiento, se necesitarían cientos de miles de años. Todo lo que la NASA ha hecho hasta ahora, al enviar sondas tan lejos como a Saturno, han sido juegos en nuestro propio jardín. Son los *viajes interestelares,* los viajes a las estrellas, los que representan el viaje más largo.

Y precisamente en estos viajes a las estrellas es donde escritores y lectores de ciencia-ficción están más interesados. Nuestro Sistema Solar es demasiado conocido y limitado. Parece que más allá de la Tierra nuestro Sistema no tiene vida de ningún tipo, y con toda seguridad no existe vida inteligente. Así, si vamos a encontrar amistades, competidores y enemigos extraterrestres, tenemos que aceptar el viaje más largo y llegar a las estrellas. Ya desde 1928, en *The Skylark of Spa*ce, E. E. (Doc) Smith hizo el primer viaje de ficción a las estrellas, ¡y los lectores estuvieron encantados!

Sin embargo Doc, el buen viejo, fue un poco vago en cuanto a la forma en que sus naves interestelares consiguieron cruzar los enormes espacios y, a decir verdad, ahora no estamos mucho mejor. Hagamos una lista de las posibilidades:

1. Podemos seguir acelerando, ir cada vez más, más y más rápido hasta que tengamos la velocidad suficiente para cubrir enormes distancias interestelares e intergalácticas en unos meses, o quizás días.

Objeción: Los físicos apoyan mucho la opinión de que la velocidad de la luz en el vacío, 300,000 kilómetros por segundo, es la mayor velocidad que quienquiera puede obtener. Aún a esta velocidad se necesitarán años para llegar a la estrella más cercana, y millones de años para llegar a la galaxia grande más cercana.

2. Aunque estemos limitados a la velocidad de la luz esta sería suficiente. Según uno se aproxima a ella, la tasa del paso del tiempo en el objeto viajante disminuye constantemente, y a la velocidad misma de la luz, la tasa de paso del tiempo es de cero. Entonces, a esta velocidad la tripulación de una nave estelar podría cubrir distancias enormes, prácticamente, en forma instantánea.

Objeción: El espacio interestelar y galáctico está lleno de átomos ocasionales de hidrógeno. A la velocidad de la luz, estos átomos se estrellarían contra la nave con la energía y fuerza de partículas de rayos cósmicos y matarían rápidamente a la tripulación y pasajeros de la nave estelar. Razonablemente, la nave no tendría que ir más rápido que, quizá, una quinta parte a la velocidad de la luz, y a dicha velocidad los efectos del tiempo no son tan grandes como para poder ayudarnos.

3. Suponga que añadimos algo como un "arado de átomos" frente a la nave estelar. Recogería todos los átomos que pasaran por enfrente y, por lo tanto, evitaría problemas con los rayos cósmicos además de que reuniría material que pudiera servir como combustible para sus motores de fusión nuclear.

Objeción: Tales arados de átomos tendrían que tener un tamaño de muchos miles de kilómetros para ser eficaces. La construcción de cosas así representaría un problema enorme, quizá insuperable.

4. Podemos evitar del todo al límite de la velocidad de la luz por medio del uso de partículas subatómicas que se desplazan más rápido que la velocidad de la luz y que, en realidad, no pueden desplazarse a una velocidad menor.

Objeción: Estas partículas tan sólo existen en teoría; no han sido detectadas en la realidad. La mayoría de los físicos creen que nunca lo serán. Aún en el caso de que pudieran detectarse nadie ha podido llegar a tener ni la menor idea de cómo poder utilizarlas.

5. Quizá podamos evitar el límite de la velocidad de la luz al pasar a través de los agujeros negros. Por lo menos se sabe que existen.

Objeción: Aunque existieran los agujeros negros (los astrónomos todavía no tienen una opinión unánime al respecto), nadie ha llegado a tener ni la menor idea para explicar cómo es que una nave estelar podría acercarse a uno sin que la destruyeran las fuerzas de atracción. Además, de ningún modo existe un acuerdo general de que se puedan viajar largas distancias rápidamente a través de los agujeros negros.

6. En ese caso podemos descubrir alguna otra forma de salimos de este universo. Podríamos viajar por el hiper espacio en "saltos" que nos transportaran distancias enormes en tiempo cero.

Objeción: Hasta ahora, el hiper espacio tan sólo existe en la imaginación de los escritores de ciencia-ficción.

7. Ahora bien, podemos someternos al límite de la velocidad de la luz, pero congelar a la tripulación y a los pasajeros, además de arreglar que se les volviera a su vida consciente después de miles de años, una vez que hubieran llegado a su destino.

Objeción: Nadie sabe de verdad cómo es que pueda congelarse a un cuerpo humano sin matarlo. O si tales cuerpos congelados, aunque puedan retener un chispazo de vida, puedan retenerla durante miles de años.

8. En este caso parece que no puede hacerse nada sino costear, viajar a velocidades normales, considerablemente menores a las de la luz, con toda la gente a bordo perfectamente consciente. Esto significa que se necesitarán muchos miles de años para llegar —por lo menos— a las estrellas más cercanas, de tal forma que muchas generaciones tendrán que pasar su vida a bordo de la nave estelar. Podría ser soportable si la nave fuera del tamaño suficiente.

Objeción: Ninguna, de verdad, si existe gente dispuesta a hacerlo.

Hasta aquí para el realismo real. En la ciencia-ficción tendemos a tener fe en que los problemas que parecían insuperables serán resueltos, quizá en formas que son completamente inesperadas.

Por lo tanto le estamos ofreciendo la docena de fraile en historias, todas ellas concernientes a naves estelares. En ellas se explora a las variadas estrategias de lo que he descrito anteriormente para cubrir distancias grandes, y quizá una o dos que son demasiado novedosas para que yo las mencione.

Aún más, las historias exploran el efecto que los viajes largos tienen sobre la gente a bordo de las naves estelares, y el tipo de acontecimientos que podrían tener lugar en ellas.

Como existen pocas posibilidades de que —durante nuestra vida— se inicien viajes así, y toda la seguridad de que no se terminen (en caso de que se compruebe que las naves costeras de generaciones sí son la única alternativa práctica), estas excitantes meditaciones de la ciencia-ficción son la única forma con la que podemos experimentar, aunque sea indirectamente, los largos viajes que son los sueños más esenciales de la imaginación más vasta.

19
Extendiéndose por el espacio

¿Cómo se originó la vida? Los biólogos todavía no logran elaborar un escenario definido. Es más, la tarea parece tan formidable que habría cierto tipo de alivio al sentarse cómodamente y decir; "No sucedió nunca".

Pero sí sucedió. Aquí estamos. Presumiblemente, unos compuestos muy sencillos que existían en el océano y la atmósfera de la Tierra primordial utilizaron la luz ultravioleta del Sol, relámpagos, calor volcánico y otras fuentes de energía para gradualmente constituir compuestos más complicados con los que finalmente desarrollaron propiedades que reconocemos en la vida fundamental.

La pregunta es si las condiciones de la Tierra primordial fueron tales que pudieron permitir que sucediera este tipo de cosas. Aunque tales condiciones hayan existido, es posible que los requisitos sean tan difíciles de cumplir que la vida se podría desarrollar en tan sólo unos cuantos mundos.

Pero quizá sea suficiente con pocos mundos, o nada más con uno. Aunque quizá no sea posible que un mundo dé el surgimiento a la vida, tal mundo puede recibirla proveniente de algún otro lado.

Así, aunque la vida quizá no se haya desarrollado sobre la tierra seca, se desarrolló en el mar —donde vivió durante miles de millones de años— y desde ahí salió para colonizar a la Tierra, Una vez más, aunque no es posible que la vida se desarrollara en la Antártida ni en el Desierto del Gobi, al haber surgido en alguna otra parte podría extenderse en tales áreas tan inhóspitas.

Entonces, ¿es posible que la vida pueda comenzar en algún planeta particularmente adecuado para después extenderse a través del espacio para colonizar otros planetas? ¿Podría ser que nosotros fuéramos un punto de partida, y podría haber otros planetas menos favorecidos que el nuestro, que tengan vida relacionada a distancia con la nuestra? ¿O podría ser que la vida se haya iniciado en alguna otra parte en un mundo más favorable que la Tierra, y que desde ahí, con el tiempo, haya colonizado este planeta?

El científico que comenzó con la idea de la vida de un planeta colonizando a otro fue un químico sueco llamado Svante August Arrhenius (1859-1927). En 1907 publicó *Worlds in the Making*, donde presentaba esporas que se escapaban, por medio de movimientos al azar, desde la atmósfera de un planeta y que después eran conducidas a través del espacio por medio de la presión de la luz del sol de dicho planeta.

Conducidas de esta manera y por medio de la luz de las estrellas, a la larga las esporas podían viajar al azar durante muchos millones de años hasta que, por mera casualidad, golpearan la atmósfera de un planeta apropiado, mismo donde se sembrarían.

A primera vista, esta teoría parece atractiva. Las esporas bacteriales, protegidas por una gruesa capa, son muy resistentes al frío y la deshidratación, por lo que es concebible que sobrevivan largo tiempo en el vacío del espacio. Aún más, tienen precisamente el tamaño exacto para que las afecte más la presión externa de la radiación de una estrella que la presión interna de su gravitación. Sin duda, en 1910 se descubrió que las esporas bacterianas que conocemos son vulnerables a la luz ultravioleta, para no decir nada de otras radiaciones destructivas, como los rayos cósmicos, rayos X estelares, y magnetósferas pletóricas de partículas cargadas.

No obstante, quizá existieran ciertas esporas resistentes a la radiación, o quizá haya formas microscópicas de vida que lleguen a un planeta por medios diferentes a la mera casualidad. El científico inglés Francis H. C. Crick (nacido en 1916) ha sugerido —quizá no sin ciertas intenciones bromistas— que un destacamento de exploración podría aterrizar en un planeta sin vida pero capaz de mantenerla, si la vida se presenta. Quizá el destacamento deja tirada la basura —digamos que los restos de su comida— y los microorganismos supervivientes pueden sobrevivir e iniciar el vasto círculo de la vida. En otras palabras, quizá las simples células hicieron el viaje bajo condiciones protegidas.

En realidad, desde 1968 los astrónomos han detectado moléculas en nubes estelares —que también incluyen algunas sorprendentemente elaboradas— y la mayoría contiene carbono (moléculas orgánicas). Fue localizada una molécula de hasta trece átomos. Mientras más elaboradas sean las moléculas, menos hay y es más difícil detectarlas. Podría ser que si tan sólo pudiéramos acercarnos y estudiar las nubes con detalle

suficiente, ahí podrían existir moléculas en ruta directa hacia la vida. En ese caso, entonces podríamos tener la hipótesis de que un planeta podría verse sembrado de estas nubes.

Sin duda, es difícil ver corno puede llegar a los planetas el material desde una nube interestelar. Sin embargo, sabemos que los cometas, que forman parte de los sistemas planetarios, parcialmente pueden estar compuestos de moléculas con carbono, y algunas de estas también podrían ser complejas. Es más, en 1986 un estudio detallado del Cometa Halley mostró que contenía grandes moléculas polímeras.

No nada más eso, sino que existen ciertos escasos meteoritos llamados meteoritos "carbonosos" que contienen pequeñas cantidades de agua y moléculas orgánicas. Algunos de estos meteoritos han sido analizados y se ha descubierto que contienen ácidos grasos y ciertos aminoácidos que son los bloques de construcción de las proteínas. La naturaleza de los compuestos presentes muestra que no se formaron por medio de la vida, sino que quizá todavía sean útiles para sembrar una planta y lograr que se dé algo más grande.

Quizá las ideas más radicales sostenidas respecto a este tema sean las del astrónomo inglés Fred Hoyle (nacido en 1915) y un colega indio, Chandra Wickramasinghe. Sienten que la síntesis en las nubes interestelares, y en los cometas, puede ir más allá de lo que se ha detectado. Sostienen que podrían haberse formado cantidades pequeñísimas de porciones microscópicas de vida. Sugieren que la vida en la Tierra pudo haberse originado cuando las esporas fueron transportadas al planeta por medio de las caudas de los cometas, y en épocas recientes pudieron haberse depositado en la Tierra nuevos y virulentos agentes patógenos, como el virus de la pandemia de gripe en 1918 (sin embargo, tan sólo es justo decir que otros científicos no toman en serio las ideas Hoyle-Wickramasinghe).

No obstante, el concepto de cultivo extraterrestre, aunque sea un excelente dispositivo para temas de ciencia-ficción, notan sólo es esta. Como verá en *Sin of origin* de John Barnes, existen científicos serios que han apoyado la posibilidad.

20
Primer Contacto

En la parla de la ciencia-ficción, el "primer contacto" se refiere a la primera presentación entre terrícolas y alguna inteligencia extraterrestre. Es algo que nunca ha sucedido, hasta donde sabemos. Quizá no suceda nunca, o quizá suceda cualquier día.

¿Cómo será dicho primer contacto? No creo que tengamos que depender nada más de nuestra imaginación para contestar esta pregunta, porque podemos volver la vista atrás mediante la historia.

En el pasado, un grupo dado de gente tan sólo tenía un conocimiento limitado del mundo y quizá no tenía ni idea de la existencia de otros grupos que vivieran a mil kilómetros de distancia. Por lo tanto, hubo ocasiones en que podrían conocerse ambos grupos, que hasta entonces ignoraban la existencia el uno del otro. Esta, también, es una forma de "primer contacto".

Generalmente, el encuentro tenía lugar cuando uno de los grupos se desplazaba, ya sea huyendo del desastre (de origen humano o ambiental) o porque activamente buscaba nuevas tierras. Al hacerlo, podría toparse con otro grupo que no estaba en movimiento sino que vivía pacíficamente en su medio. El grupo que se desplaza puede ser llamado "contactor", y el grupo sedentario, "contactado".

En estos casos, los contactores podrían estar tan desesperados por tener un refugio o propiedades que podrían intentar esclavizar o matar a los contactados, con lo que se quedarían con sus tierras. Aún en el caso de que los contactores fueran pacíficos, los contactados —temerosos de los recién llegados y de sus motivos— podrían intentar bloquear su entrada, o desalojarlos. En cualquiera de los dos casos el resultado sería la violencia.

El antiguo Egipto se encontró invadido por los hicsos — provenientes de Asia— durante el siglo XVII a.c., y una vez más por los Pueblos del Mar de la costa norte del Mediterráneo en el siglo XII a.c. En ambos casos los azorados egipcios no sabían quiénes eran los invasores ni de donde venían. Igual podrían haber llegado de Marte.

Los romanos tuvieron que enfrentarse a un flujo de galos, provenientes del norte, en 390 a.c., así como a los cimbros y a los teutones —también del norte— en 102 a.c. Una vez más estos bárbaros aparecieron en el horizonte sin ninguna advertencia.

Cuando un pueblo combate contra un enemigo conocido, se prepara y combate con valor suficiente. Cuando el enemigo es extraño, desconocido, inesperado, los contactados sufren debido a la sorpresa y, posiblemente, por un sentimiento de que los invasores son, en cierto modo, demoníacos. Entonces es muy probable que los contactados sufran una derrota catastrófica.

Los romanos sabían todo respecto a la guerra y, durante los siglos tercero y cuarto, combatieron constantemente a los godos y a los francos. Eran enemigos conocidos. Sin embargo, cuando los hunos barrieron hacia el oeste desde el Asia central, en el siglo quinto, se añadió un elemento de pánico a la vista de este pueblo tan extraño, de seres pequeños con piernas arqueadas, ojos oblicuos y que parecían adheridos a sus robustos ponies. Los contactados se quedaron casi paralizados. El proceso se repitió, todavía con mayor fuerza, en el siglo trece, cuando los mogoles barrieron desde el este y destrozaron a los amedrentados europeos.

Sin embargo, el mayor de los primeros contactos tuvo lugar en el siglo quince y después. Ahora fueron los europeos los contactores, y los pueblos de los demás continentes los contactados. En todas partes los europeos impusieron sus reglas, esclavizando y dominando de alguna otra manera a los contactados o “nativos”.

En este caso, ¿el primer contacto en el sentido de la ciencia-ficción también significa guerra y matanzas? ¿O existen además otros factores?

Los contactores de otros planetas (sean terrícolas que llegan o seres extraños que lleguen aquí) seguramente serán pocos en un mundo posiblemente hostil, y no se atreverían a proponer la violencia a menos que tuvieran una tecnología exageradamente avanzada. Y en el caso de que así sucediera, se

enfrentarían a formas de vida e inteligencia completamente diferentes, por lo que podrían sentir que sería bastante más útil estudiar las nuevas formas de vida que robar su mundo. Aún en el caso de que, por alguna razón, los contactores fueran violentos y victoriosos, posteriormente podrían llegar a dolerles la conciencia. Aquí en la Tierra hay mucha gente de descendencia europea que está amargamente avergonzada por lo que hicieron sus ancestros.

¿Y qué sucede respecto a los contactados? Aquí en la Tierra, los contactados generalmente no ofrecieron violencia mientras no se abusó de ellos. Tendían a saludar pacíficamente a los recién llegados europeos, pero se opusieron a que tomaran sus tierras y mataran a su gente.

Si en un primer contacto interplanetario llega a expresarse aversión contra la forma y modo de los invasores, podría haber violencia instantánea de parte de los contactados, aún en el caso de que no haya ningún abuso en su contra. Las posibilidades son lo suficientemente variadas para dar a los escritores de ciencia-ficción mucha amplitud en sus consideraciones respecto al primer contacto.

21
¡Bienvenido, forastero!

Los seres humanos nunca han hecho un contacto con un extraterrestre. Sin duda, los exploradores –particularmente europeos durante la gran "Era de los Descubrimientos"- se encontraron con organismos extraños que nunca antes habían visto ni imaginado. Por ejemplo, en África descubrieron jirafas, gorilas, avestruces y –ya en una fecha tan avanzada como 1900- los ocapis. En América del Norte encontraron millones de bisontes, así como alces; en América del Sur, llamas y monos araña; en Australia, canguros, koalas y kiwis.

Ninguno de estos representó peligros dignos de consideración. Para los seres humanos fue fácil tratar con ellos (fue más difícil enfrentarse a transmisores de enfermedades como mosquitos, piojos y moscas tsé-tsé, pero también pudieron ser combatidos).

Sin embargo, por un convencionalismo de la ciencia-ficción, un "contacto extraterrestre" se da con organismos iguales o hasta superiores a los seres humanos, en cuanto a *inteligencia.*

Tales contactos ya se han realizado en mitos y leyendas, donde seres humanos se han encontrado con dioses, ángeles, diablos, demonios, espíritus malignos, genios, ogros, gigantes, y así casi hasta el infinito. Sin embargo, la gente racional está segura de que ninguna de estas historias representa a la verdad literal.

En el peor de los casos se trata de un producto de la creación de un intento de la imaginación humana para contar una narración interesante. En el mejor, son distorsiones dramáticas de algo que ya existe (así, un centauro quizá se originó cuando una cultura que desconocía a los caballos se encontró a los primeros jinetes: la Escila de Odiseo y la hidra de Hércules pudieron haber sido exageraciones del pulpo, al igual que Medusa; quizá los dragones sean combinaciones de serpientes y cocodrilos, etc.).

Hasta la Biblia cuenta cómo es que los israelitas, después de vagar durante cuarenta años por el desierto, llegaron a Canaán, donde encontraron gigantes. Sin embargo, los fundamentalistas son los únicos que aceptan que se trata de una verdad literal. Para los lectores racionales es evidente que los israelitas estaban haciendo un uso metafórico del término para hablar de gente que no era de tamaño gigantesco, sino que poseía una tecnología gigante, de gente que podría construir ciudades amuralladas y utilizar carros.

Hoy en día se ha sugerido que los seres humanos se han encontrado con organismos extraterrestres en la forma de "antiguos astronautas" inteligentes en lugares como el antiguo Egipto y la Sudamérica precolombina. También se ha sugerido que la gente constantemente se encuentra con extraterrestres inteligentes que llegan a este planeta en objetos voladores no identificados (OVNIS). Tales sugerencias son aceptadas con toda seriedad, nada más, por los devotos y cándidos que también están preparados para creer en Santa Claus y el Conejo de Pascua.

Los encuentros que más se acercan al concepto de ciencia-ficción de "contactos extraterrestres" se han hecho entre unos seres humanos y otros seres humanos en los que cada uno de ellos no tenía conocimiento alguno, ni siquiera la sospecha, de la existencia del otro.

En tiempos remotos la gente generalmente sabía detalles de quienes vivían en su propia área. Cualquier tierra que quedara más allá de sus limitados horizontes, si es que existía, podría ser un desierto carente de vida o podría contener monstruos increíbles, según todo lo que sabían. Por razones obvias los pueblos sedentarios dedicados a la agricultura pocas veces se aventuraban lejos de sus granjas.

Sin embargo, los pueblos nómadas generalmente llevaban sus posesiones consigo y, en cuanto se presentaban condiciones de sobrepoblación o mal tiempo que disminuyeran sus oportunidades de disponer de un aprovisionamiento adecuado de alimentos, continuaban en sus expediciones de largo alcance buscando nuevas tierras y más alimentos. En ese caso había posibilidades de que se encontraran con comunidades agrícolas. A veces los nómadas tenían la ventaja de una mayor movilidad y temeridad, y a veces los agricultores tenían las ventajas de una mayor población, mejor Organización y armas. En cualquiera de los dos casos cualquiera de los dos bandos sufriría enormemente.

Sin embargo, casi siempre los más sorprendidos eran los agricultores inmóviles, ya que los nómadas fácilmente adquirían —durante su vida errante— la impresión de que la Tierra estaba llena de una extensa

variedad de gente de costumbres y culturas extrañas. Los agricultores tan sólo conocían a sus propios nómadas invasores, en especial si su intento era la rapiña y conquista, por lo que los saludaban con el mayor horror y con frecuencia los consideraban unos monstruos. En los modernos cuentos de hadas todavía se recuerda como "ogros" a los "uighurs", que se establecieron para convertirse en húngaros.

Los europeos experimentaron esto muchas veces a lo largo de su historia. En el siglo sexto los hunos llegaron desde el este hasta el centro de Francia antes de que los detuvieran. En el siglo nueve, los vikingos llegaron desde el norte y asolaron todas las costas de Europa. La peor incursión de todas, aunque la más breve, fue la de los tátaros, una vez más desde el este, en el siglo trece. No los hubieran podido detener si el Khan Tátaro no hubiera muerto en 1241 y todos los jinetes conquistadores no se hubieran visto obligados a volver al Asia central para elegir sucesor. Los horrorizados europeos distorsionaron su nombre a "tártaros", es decir criaturas del Tártaro, la antigua versión griega del infierno.

Fueron los mismos europeos quienes infligieron tal contacto con seres semi extraterrestres a otros pueblos, y de la peor manera. Desde el siglo quince en adelante las naves europeas, equipadas con brújulas y cañones, exploraron y dominaron todas las costas del mundo. Esclavizaron a los africanos y explotaron a los asiáticos. Lo peor de todo fue cuando tomaron el continente americano, donde destruyeron por completo a las civilizaciones azteca e inca, y practicaron el genocidio a gran escala.

Uno puede imaginarse perfectamente que para los nativos americanos y australianos, que habían estado aislados más allá de las barreras oceánicas durante veinticinco mil años o más, la repentina llegada de extranjeros con la piel pálida y con una tecnología claramente superior debió haber sido tan horripilantemente extraña como a nosotros nos parecería una invasión de marcianos.

Estos contactos semi-extraterrestres durante los cuatrocientos años que abarcaron desde 1500 a 1900, fueron asaltos constantes de los europeos contra los que no eran europeos, y los primeros se encargaron de fijar con toda firmeza en la mente moderna que tan sólo la violencia y la crueldad inmisericorde eran la única forma posible de interacción.

Las narraciones de ciencia-ficción de verdaderos contactos extraterrestres (seres humanos y seres no humanos, ambos inteligentes y con tecnología avanzada) siempre se habían representado como algo pacífico hasta finales del siglo diecinueve. Tales historias de contactos extraterrestres fueron escritas como sátiras o narraciones de descubrimientos en las que la compresión civilizada dominaba entre las inteligencias {considere *Gulliver's Travels).* No fue sino hasta 1878 cuando H. G. Wells publico *The War of the Worlds* con lo que nació la historia moderna del "contacto extraterrestre".

Las naciones europeas acababan de modelar al África (con la Gran Bretaña quedándose con la tajada del león) y, en el proceso, habían exhibido una absoluta falta de consideración hacia los "nativos". Wells, con una amarga ironía, representó a los marcianos alejándose de su propio planeta agonizante para tomar a la Tierra (la Gran Bretaña en particular) con una similar falta de consideración hacia los nativos de la Tierra.

A pesar de todo, *¿debe* ser así? El enfoque europeo estaba envenenado porque sentían que ellos eran quienes tenían la única religión "verdadera", y —por lo tanto— consideraron infrahumanos a los variados pueblos que se encontraron, que tenían otras religiones. Seguramente ahora tenernos un mejor conocimiento y no necesariamente tenemos que seguir comportándonos como conquistadores españoles ni fanáticos puritanos cuando nos encontremos a otras inteligencias. Y. quizá *ellas* tampoco lo necesiten.

¿Hemos comprendido (y espero que ellos también) que en el universo existe espacio para la variedad y que podemos ganar más si aprendemos los unos de los otros que si nos matamos los unos a los otros?

Quizá.

22
Los científicos escribientes

Uno de los más grandes científicos en los días iniciales de la ciencia moderna fue el astrónomo y físico alemán Johann Kepler (1571-1630). Su fascinación por lo cuerpos celestes fue tal que se sentó a escribir una aventura sobre alguien que había volado a la Luna. No obstante, tuvo la suficiente precaución para ocultar su escrito durante su vida, ya que no fue publicado sino hasta 1634.

Los viajes interplanetarios no fueron completamente originales de Kepler. El primer viaje de ficción a la Luna que sobrevive hasta hoy en día fue escrito por Lucian de Samosata en la época de los romanos, quince siglos antes de Kepler. Sin embargo, este fue el primer científico en hacerlo. De hecho, fue el primer científico que, hasta donde sabemos, escribió un cuento de cualquier tipo reconocible como ciencia-ficción.

Kepler tuvo problemas por este motivo. Autores anteriores que escribieron respecto a los vuelos a la Luna habían sido soñadores que no ocupaban la cabeza en problemas como la distancia a la Luna, que desde el siglo II a.c. se sabía que era enorme. Lucian hizo que sus viajeros llegaran a su meta pro medio del lanzamiento de un chorro de agua.

Kepler sabía demasiado para utilizar tal dispositivo, pero al no poder pensar en ningún método racional, hizo que los espíritus llevaran a su héroe a la Luna. En donde los escritores anteriores habían tratado a la Luna como nada más otro país, no muy diferente a las regiones poco conocidas como África o la India, Kepler sabía que la Luna era diferente. Por ejemplo, sabía que sus días y sus noches eran de dos semanas cada una. Por lo tanto, imaginó que la Luna estaba poblada de extrañas plantas y animales que crecían desaforadamente durante el día y que morían durante la noche.

Kepíer no estableció precedente alguno. La ciencia-ficción creció y se desarrolló lentamente, pero los escritores que la alimentaron, aunque generalmente buenos conocedores de la ciencia de su época {Edgar Allan Poe, Julio Verne y H. G. Wells tenían cultura científica), no eran científicos *profesionales.*

Sin embargo, científicos ocasionales intentaron su suerte, aunque generalmente no prendieron fuego al mundo literario con sus esfuerzos (no es motivo para sorprenderse; la destreza para escribir requiere, frecuentemente, un largo y penoso periodo de aprendizaje, y los científicos profesionales tienen que realizar un arduo trabajo por lo que generalmente carecen de tiempo para desarrollar una capacidad literaria).

El astrónomo francés Camille Flammarion (1842-1925), quien creía ardientemente en la vida en otros mundos —en especial en Marte— trató su suerte en la ciencia-ficción, El físico ruso Konstantin Tsiolkovsky (1857-1935), quien fue el primero en tratar con cohetes y viajes espaciales con rigor matemático, también escribió una novela de ciencia ficción para ilustrar sus ideas para aquellos que no podían entender sus ecuaciones.

Sin embargo, hoy en día es muy común que los científicos intenten su suerte en la ciencia-ficción. ¿Por qué no? Un sorprendente número de científicos se encontraron a sí mismos fascinados con la ciencia-ficción en sus épocas de juventud, y algunos hasta fueron atraídos a la ciencia de esta forma. Entonces, ¿por qué no devolver e! cumplido, para decirlo de alguna manera, y tratar de fascinar a otros de la misma imaginativa manera con la que ellos mismos habían sido atrapados?

Sin embargo, no es fácil hacerlo, ya que para ser un gran científico que escriba una gran ciencia-ficción se debe haber logrado un equilibrio extraordinario, casi como el de un cono que se sostiene sobre su cúspide sin caer. A decir verdad, conozco a algunos grandes científicos que escriben ciencia-ficción, y a algunos grandes escritores que son científicos pero, a pesar del título de esta antología, no conozco a ningún gran científico que también sea un gran escritor de ciencia-ficción.

El problema es que la grandeza en una dirección no generalmente atrapa a una persona por sorpresa. Si, en un principio, usted se da cuenta que tiene posibilidades de convertirse en un gran escritor de ciencia-ficción, se encuentra fascinado con sus escritos y, aunque esté camino de la ciencia, tiene demasiadas posibilidades de abandonar dicho camino. Una vez más si, en un principio, se da cuenta que tiene capacidad para ser un gran científico, entonces si usted tiene necesidad de escribir ciencia-ficción, nunca logra encontrar tiempo suficiente para hacer demasiado.

De hecho, yo me acerqué más al punto de equilibrio que la mayoría de la gente. Desde mis años de adolescente tuve la determinación de ser un escritor de ciencia-ficción, y también la de ser un científico. Avancé en ambas direcciones con cierta energía enfurecida. Escribí más y más cuentos de ciencia-ficción (algunos de los cuales son ahora clásicos reconocidos), mientras que, al mismo tiempo, obtuve mi doctorado en química de la Columbia y, después, me uní al departamento de bioquímica en la Escuela de Medicina de la Universidad de Boston. En 1958 era profesor adjunto y había escrito libros de texto, y al mismo tiempo estaba entre los mejores escritores de ciencia-ficción. Pero para entonces tenía que elegir. No disponía de tiempo para hacer ambos adecuadamente. Elegí escribir. Todavía tengo mi título académico, pero desde 1958 he sido escritor de tiempo completo.

Sin embargo, creo que es importante hacer énfasis en que hay personas que tratan de ser ambos, ya que demasiados científicos y demasiados lectores de ciencia-ficción creen que existe cierto tipo de líneas peculiar de división entre la ciencia y la ciencia-ficción... que los científicos necesariamente menosprecian a esta, y que los escritores de ciencia-ficción, también necesariamente, deben ignorar a la ciencia.

¡No es así! *¡No es así!*

Entonces, aquí tenemos una colección considerable de cuentos de ciencia-ficción de excelente calidad escritos por quienes son científicos prácticamente, o quienes obtuvieron la instrucción para convertirse en tales pero que se alejaron porque su mayor interés es la escritura.

En donde es posible, elegimos un cuento en el que el escritor tratara con su propio campo de especialización. Así, mi cuento "The Winnowing" es uno de los pocos que he escrito con el tema de la bioquímica. No nada más insistimos en las "ciencias duras". Mario Pei (a quien conocía cuando aún vivía) tiene un cuento que trata con la lingüística en una forma cuidadosamente deliciosa y casi De Campiana.

Así, deseo que todos ustedes disfruten la lectura de *Science Fiction por Científicos.*

23
Duende

Yo no le doy valor alguno, en particular, a la congruencia, a menos que se trate de una verdadera congruencia.

Frecuentemente no se trata de una verdadera incongruencia, tan sólo está barnizada con una capa parecida; y comprar el contenido vacío por el barniz exterior es caer presa de una congruencia tonta. "Una congruencia tonta es el duende de las mentes pequeñas, adorada por estadistas, divos y filósofos pequeños", según dijo Ralph Waldo Emerson.

Pero no hablemos de abstracciones y generalidades; veamos ejemplos específicos.

Yo soy un escritor de ciencia-ficción razonablemente conocido, y en mis cuentos, por lo menos en mis personajes, vuelo a grandes velocidades por el espacio exterior, al visitar las lejanas estrellas de la galaxia.

En la vida real me rehúso a subirme a un avión.

Que vengan los pequeños filósofos de muchas formas y que me digan: "¿No es extraño que en sus escritos visite los rincones más alejados del universo, y que en la vida real no se atreva a volar?"

Parece incongruente, ¿no es así?

Bien, veamos. Yo escribo toda mi obra en el teclado. Nunca se ha estrellado, nunca ha sido secuestrado, nunca se ha quedado sin combustible, sus motores nunca se han incendiado. ¿En qué se parece a un avión? ¿Por qué es que cualquier cosa que haga en el teclado debe forzarme a subirme a un avión? ¿Por qué debo imitar en la realidad las acciones de mis personajes en la fantasía? ¿En dónde está la congruencia?

Unir la ficción a la realidad, mi fantasía a mis acciones, mi teclado a un avión, es insistir en una congruencia *tonta,* y le agradezco pero no acepto.

Si decido volar lo haré por buenas razones. El hecho de que escriba ciencia-ficción no es ninguna buena razón.

Segundo ejemplo, y más inmediato al caso.

Soy racionalista y lo pregono abiertamente. Estoy en contra de los disparates maniáticos del mundo y, ¿por qué no? Algo de lo que estoy completamente seguro es que una creencia tan sólo tiene que ser absurda para atraer la devoción eterna de aquellos millones cuya calidad cerebral resulta comparable con dicha creencia.

Sin duda estoy preparado para creer que los OVNIs son naves espaciales extraterrestres, siempre y cuando las pruebas sean innegables. Y aún estoy preparado para *considerar* que los OVNIs *podrían ser* naves espaciales extraterrestres, tan pronto como las pruebas no sean más que sugerentes. De hecho estoy preparado para sospechar que sería valioso investigar más respecto a los OVNI, tan pronto como las pruebas sean, por lo menos, *interesantes.*

Sin embargo, mientras toda la evidencia respecto a los OVNIs no sea servida en anécdotas monótonas que no ofrecen oportunidad alguna para una comprobación más profunda, o ni siquiera la más elemental, no me molestaré ni en bostezar ante ellas. Si esta actitud provoca la ira de los apasionados de los OVNIs, mejor y más cómodo para mí, porque sé que la ira es el substituto común de la lógica entre quienes no tienen pruebas para lo que quieren creer desesperadamente.

Lo mismo digo respecto a las catástrofes velikovskianas, los antiguos astronautas von dánikenianos, las cucharas dobladas gellerianas, los poderes mentales de todo tipo, conversaciones con planetas, fuerza piramidal, así como para las ideas más antiguas de fantasmas, espíritus, hadas, ángeles, demonios, astrología, nigromancia, brujería y todas las variedades de la magia.

Entonces, sin duda alguna, a un racionalista como yo le *encantaría* el testarudo misterio pasado de moda en el que todas las piezas están firmemente sobre la mesa y en la cual una fría e inexorable cadena de lógica comienza con la prueba y termina con la solución, saltándose todos los arenques ahumados y sacándole la vuelta a todo lo que sea irrelevante.

¡Y sí! ¡Así es! ¡Me encanta toda esa lógica! ¿No es una congruencia mía? ¡Por supuesto!

Entonces y sin duda alguna, un racionalista como yo odiaría las confusas fantasías de fantasmas, espíritus, maldiciones, magia negra, telepatía, sueños nefastos, clarividencia y todas las demás tonterías absurdas que han plagado a los tontos y absurdos a lo largo de toda la historia humana.

Pero no es así, no es así. ¡También me encanta toda esa fantasía confusa! Me encanta sentir los escalofríos y temblar ante la sugerencia del más allá y todas esas cosas tenebrosas.

¿Incongruente? ¿Yo? Por supuesto que no. Si rechazara a la fantasía en la ficción porque la rechazo en la vida real, estaría confundiendo ficción con realidad y estaría cayendo en una tonta incongruencia, que no me queda nada bien.

¡Tómelo en cuenta! ¿Por qué rechazo la fantasía en la vida real? Porque acepto las dos suposiciones básicas que subyacen al enfoque científico del universo: 1) que el universo funciona según unos pocos principios básicos, generales y poderosos, llamados "leyes de la naturaleza", que no cambian ni pueden ser manipulados y 2) que es posible que la mente humana encuentre lentamente dichas reglas e interprete la realidad bajo la luz.

Estas son, tan sólo, suposiciones y, por lo tanto, no pueden comprobarse. Las acepto con fe, y en este sentido el enfoque científico del universo es mi religión.

Sin embargo, las acepto por una razón. Un universo bajo la ley, y que por lo tanto es comprensible, es un universo agradable. Es un mundo cálido y cómodo para vivir.

Sin duda, todavía es imperfecta la comprensión de la naturaleza de la ley, aunque poco a poco se le comprende con mayor profundidad y extensión. Cada centímetro de comprensión debe pelearse con cada uno de los átomos de nuestra mente, pero así se hace un universo divertido en el que resulta atractivo vivir.

Así que acepte la fantasía y tendrá un universo administrado por capricho de dioses o demonios incomprensibles. El universo se convierte en un lugar temible, en el que la ignorancia es convertida en virtud suprema y obediencia ciega al acto supremo. Para los seres humanos no queda nada que no sea la adulación y la súplica. No es lo que quiero para mí, gracias.

Pero, ¿qué tiene que ver con la ficción todo esto? ¿Debemos rehusamos a leer narraciones del ascenso al Monte Everest porque uno rehusaría a hacer cualquier intento uno mismo?

¿Qué placer tiene ingresar al terrible mundo de la fantasía durante algunos momentos y vivir, indirectamente, el tipo de vida en el que pueden romperse las reglas, donde la lógica no es ninguna arma y la razón ningún escudo? Lo hay siempre y cuando no sea el mundo real, y usted *sepa* que no lo es.

No hay incongruencia alguna en disfrutar una entrada temporal a un mundo que usted sabe que no existe, sino en combatir hasta morir cualquier afirmación de que sí existe.

Y para mi propio gusto, el sabor más picante se presenta cuando se unen los opuestos. Si se puede aceptar al cuento clásico de misterio, con su superracionalismo, su creación de un pequeño subuniverso en el que todas las pruebas están ahí y la lógica no tiene tacha alguna, su evocación de un mundo en el que ni siquiera existe la confusión de la vida real de lo incompleto, sino la falta de ley de la fantasía, *tiene* que disfrutarlo.

Bien, de todas maneras yo *tengo que* disfrutarlo, por lo que me encanta esta colección de especias y sabores picantes: Mysterious Visions.

El Volumen II de LA RECETA DEL TIRANOSAURO: EL ESPACIO. En su segunda edición, quedó totalmente impreso y encuadernado el 15 de agosto de 1992. La labor se realizó en los talleres del Centro Cultural EDAMEX, Heriberto Frías 1104, Col. Del Valle, México 03100.